

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра эксплуатации  
машинно-тракторного парка**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ  
РАСХОДА ТОПЛИВА (СКРТ)**

*Учебно-методическое пособие  
к лабораторным работам по дисциплинам  
«Техническое обеспечение процессов в растениеводстве»  
и «Диагностика и техническое обслуживание машин»*

**Минск  
2007**

УДК 621.431.73 (07)  
ББК 39.359 я 7  
О 62

Рекомендовано научно-методическим советом агромеханического факультета БГАТУ.

Протокол № 4 от 31 мая 2007 г.

Составители: канд. техн. наук, доцент *Ю.И. Томкунас*,  
канд. техн. наук, доцент *А.В. Новиков*,  
ст. преподаватель *В.Н. Кецко*,  
начальник КБ СП «Технотон» *В.В. Полторан*,  
научный сотрудник СП «Технотон» *А.А. Мажей*

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор *Л.Я. Степук*,  
канд. техн. наук, доцент *Н.Г. Шабуня*

**Определение** технико-экономических показателей тракторных двигателей  
О 62 с помощью системы контроля расхода топлива (СКРТ): учеб.-  
метод. пособие к лабораторным работам / сост. Ю.И. Томкунас [и др.]. —  
Минск : БГАТУ, 2007. — 96 с. — ISBN 978-985-6770-74-9.

В учебно-методическом пособии рассматриваются устройство, назначение и использование системы контроля расхода топлива на современных двигателях тракторов и автомобилей.

Предназначено для студентов агроинженерных специальностей вузов, слушателей Института повышения квалификации и переподготовки кадров АПК.

УДК 621.431.73 (07)  
ББК 39.359 я 7

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» .....	5
1.1 Система питания дизельного двигателя трактора «Беларус» .....	5
1.1.1 Основные неисправности топливной системы дизельного двигателя . . .	8
1.2 Параметры состояния топливной аппаратуры .....	9
1.3 Проверка и регулировка топливной системы тракторного двигателя .....	10
1.3.1 Проверка и регулировка форсунок .....	10
1.3.2 Проверка фильтров грубой очистки топлива .....	13
1.3.3 Проверка фильтров тонкой очистки топлива, подкачивающего насоса и перепускного клапана топливного насоса .....	15
1.3.4 Проверка состояния прецизионных пар топливного насоса прибором КИ-4802 .....	19
1.3.5 Проверка и регулировка момента начала подачи топлива .....	20
1.3.6 Проверка и регулировка частоты вращения коленчатого вала .....	25
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТРАКТОРА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА (СКРТ) .....	26
2.1 Общее описание СКРТ .....	26
2.2 Подключение и принципы работы СКРТ .....	30
2.3 Включение ДРТ в топливную систему .....	33
2.4 Электрическое подключение СКРТ на трактор Беларус 1221, МТЗ-80/82 ....	37
2.5 Способы считывания данных .....	39
2.6 Программное обеспечение Менеджера .....	40
2.7 Просмотр информации на ЭБ .....	41
2.8 Считывание данных в БД СКРТ .....	44
2.9 Примеры отчетов «СКРТ-Менеджер» .....	44
3 ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ .....	54
3.1 Определение топливной экономичности дизельного двигателя Д-240 трактора МТЗ-82 .....	54
3.2 Определение часового расхода топлива двигателем Д-260 трактора Беларус 2522 .....	56
4 ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ .....	69
4.1 Испытание пахотного агрегата (МТЗ-82+ПН-3-35) .....	69
4.2 Выбор участка .....	70
4.3 Проведение испытаний .....	74
4.4 Анализ и обработка опытных данных .....	75
4.5 Оценка качества работы .....	90
5 ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ .....	91
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	95
ЛИТЕРАТУРА .....	95

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Цель работы:** научиться производить проверку технического состояния узлов топливной аппаратуры дизельного двигателя, изучить устройство и принцип работы системы контроля расхода топлива (СКРТ), определить расход топлива на различных режимах работы трактора как в стационарных условиях, так и в полевых.

### **Содержание работы**

1. Изучить основные неисправности, операции технического обслуживания и параметры оценки технического состояния топливной аппаратуры.
2. Проверить и отрегулировать топливную систему двигателя (по заданию преподавателя).
3. Изучить устройство и принцип работы СКРТ.
4. Определить расход топлива в стационарных условиях.
5. Определить расход топлива и производительность пахотного агрегата.
6. Оформить протокол испытаний и сделать заключение о топливной экономичности двигателя.

### **Оборудование, приборы и инструмент**

1. Трактор МТЗ-82 (Беларус 1221 или Беларус 2522)
2. Прибор для проверки форсунок.
3. Устройство КИ-4801 ГОСНИТИ для проверки системы топливоподачи низкого давления.
4. Приспособление КИ-4802 для проверки прецизионных пар топливного насоса.
5. Приспособление КИ-13902 для проверки момента начала подачи топлива.
6. Система контроля расхода топлива (далее — СКРТ) в составе: терминал СКРТ 31 Лайт, датчик ДРТ-5.

# 1 ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

## 1.1 Система питания дизельного двигателя тракторов «Беларус»

Система питания дизеля (рисунок 1.1) состоит из воздухоочистителя, воздухоподводящего трубопровода, впускного и выпускного коллекторов, турбокомпрессора, глушителя, топливного бака, топливных фильтров грубой и тонкой очистки, топливного насоса, форсунок и топливопроводов высокого и низкого давления.

Фильтр тонкой очистки топлива имеет сменный бумажный фильтрующий элемент, унифицированный с дизелями Д-243. Фильтрующий элемент установлен в корпусе фильтра.

Фильтр тонкой очистки топлива предназначен для многократного использования при условии периодической замены фильтрующих элементов и резиновых прокладок, соблюдения правил эксплуатации.

Для удаления воздуха из системы питания в корпусе фильтра предусмотрена пробка 26.

Впрыск топлива в цилиндры производится форсунками 19 (ФДМ-22) закрытого типа с пятидырчатыми распылителями.

Топливный насос высокого давления 5 рядного типа, шестиплунжерный, с пневматическим противодымным корректором.

Привод топливного насоса осуществляется от коленчатого вала через шестерни распределения.

Топливный насос объединён в один агрегат со всережимным регулятором и подкачивающим насосом поршневого типа.

Регулятор имеет корректор подачи топлива, автоматический обогатитель топливоподачи, работающий на пусковых оборотах, и противодымный пневмокорректор.

Подкачивающий насос 3а установлен на корпусе насоса высокого давления и приводится в действие эксцентриком кулачкового вала.

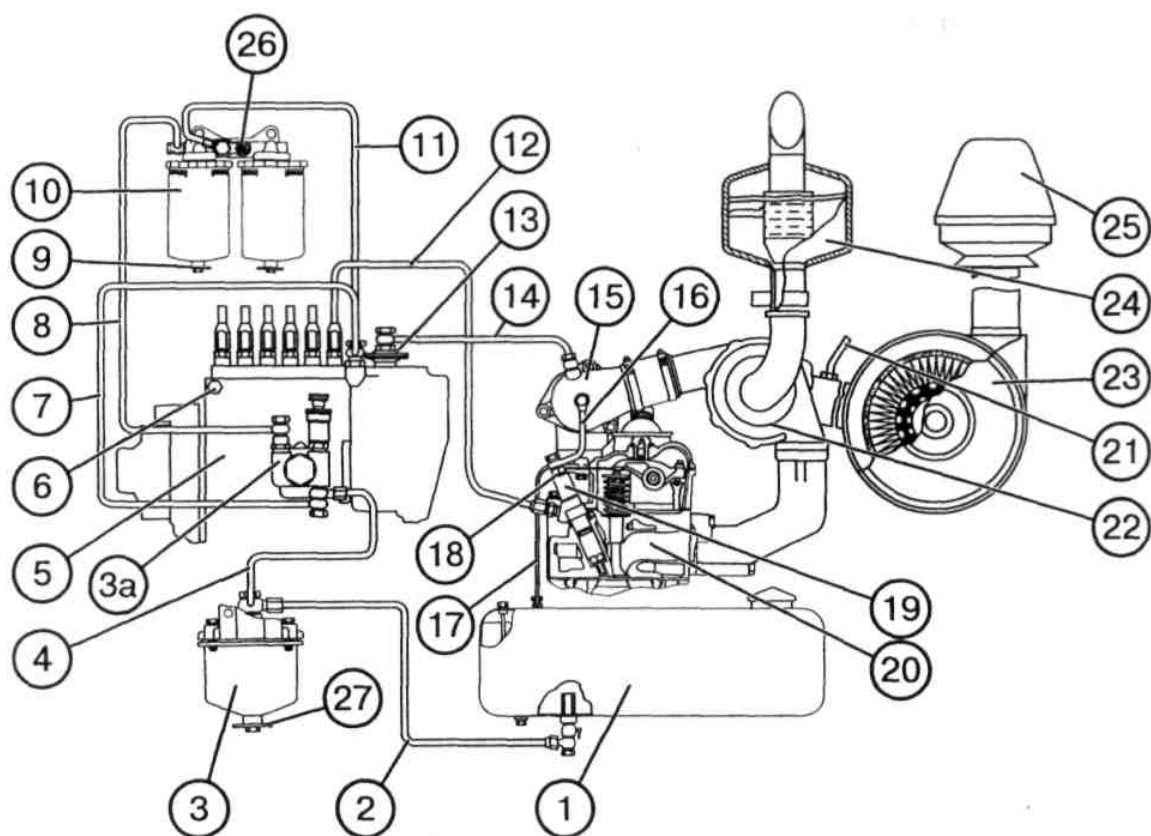


Рисунок 1.1 – Схема системы питания:

1 – топливный бак; 2 – трубка топливная от топливного бака; 3 – фильтр грубой очистки топлива; 3а – подкачивающий насос; 4 – трубка топливная от фильтра грубой очистки топлива; 5 – топливный насос; 6 – пробка удаления воздуха из головки топливного насоса; 7 – трубка отвода топлива из полости низкого давления к подкачивающему насосу; 8 – трубка подвода топлива от подкачивающего насоса к фильтру тонкой очистки топлива; 9 – пробка слива отстоя; 10 – фильтр топливный тонкой очистки; 11 – трубка отвода топлива от фильтра тонкой очистки в полость низкого давления насоса; 12 – трубка топливная высокого давления; 13 – пневмокорректор; 14 – трубка подвода воздуха от впускного тракта после турбокомпрессора к пневмокорректору; 15 – впускной коллектор; 16 – трубка подвода дренажного топлива; 17 – трубопровод сливной; 18 – топливопровод дренажный; 19 – форсунка; 20 – головка цилиндров; 21 – трубопровод индикатора засоренности воздухоочистителя; 22 – турбокомпрессор; 23 – воздухоочиститель; 24 – глушитель; 25 – фильтр грубой очистки воздуха (моноциклон); 26 – пробка спуска воздуха; 27 – пробка слива отстоя

Для удаления воздуха из системы питания предусмотрен подкачивающий насос 3а поршневого типа и пробка 6 для удаления воздуха из головки топливного насоса.

Детали топливного насоса смазываются маслом от системы смазки дизеля.

Очистка топлива от механических примесей и воды осуществляется фильтром грубой очистки 3 с сетчатым фильтрующим элементом. Слив отстоя из фильтра производится через сливную пробку 27 в нижней части колпака.

На дизеле Д-260.1 и Д-260.2 могут устанавливаться топливные насосы PP6M101f-3491 и PP6M1f-3492 соответственно производства фирмы АО «Моторпал» (Чехия).

Регулировочные параметры топливных насосов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Регулировочные параметры топливных насосов

Наименование	Единица измерения	Значение	
		PP6M101f-3491 (Д-260.1)	PP6M1f-3492 (Д-260.2)
1. Средняя цикловая подача топлива по линиям высокого давления при частоте вращения $100 \text{ мин}^{-1}$ , не менее	$\text{мм}^3/\text{цикл}$	150	
2. Номинальная частота вращения коленчатого вала	$\text{мин}^{-1}$	$1050 \pm 10$	
3. Средняя цикловая подача топлива по линиям высокого давления при номинальной частоте вращения	$\text{мм}^3/\text{цикл}$	$90 \pm 2$	$80 \pm 2$
4. Неравномерность подачи топлива по линиям высокого давления при номинальной частоте вращения, не более	%	6	
5. Частота вращения начала действия регулятора	$\text{мин}^{-1}$	$1080 \pm 10$	
6. Полное автоматическое выключение подачи топлива регулятором – в диапазоне частоты вращения	$\text{мин}^{-1}$	1170, не более	
7. Средняя цикловая подача топлива секциями насоса при частоте вращения: $800 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$ $500 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$	$\text{мм}^3/\text{цикл}$	$90 \pm 2,5$ $75 \pm 3,5$	$83 \pm 2,5$ $70 \pm 3,5$
8. Давление начала срабатывания пневмокорректора / конца срабатывания при $n = 500 \text{ мин}^{-1}$	МПа	$\frac{0,005 \dots 0,01}{0,025 \dots 0,3}$	$\frac{0,005 \dots 0,01}{0,025 \dots 0,3}$
9. Цикловая подача при частоте вращения $500 \text{ мин}^{-1}$ и отсутствии давления наддува	$\text{мм}^3/\text{цикл}$	61,5...70,5	55,5...64,5
<i>Примечание:</i> проверку регулировочных параметров по пунктам 3...7 производить при принудительно отключенном пневмокорректоре (давление воздуха в пневмокорректоре 0,05–0,06 МПа).			

### 1.1.1 Основные неисправности топливной системы дизельного двигателя

Изучить основные неисправности (таблица 1.2.) и методы их устранения.

Таблица 1.2 – Возможные неисправности топливной аппаратуры  
и методы их устранения

Неисправность, внешнее проявление	Метод устранения. Необходимые регулировки
<b>Двигатель не запускается</b>	
В топливную аппаратуру попадает воздух	Прокачайте топливную аппаратуру
Засорены топливные фильтры	Промойте фильтрующий элемент фильтра грубой очистки или замените фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки
Заедание рейки топливного насоса	Устраните заедание рейки или замените топливный насос
Слишком вязкое топливо не поступает к подкачивающему насосу (в холодную погоду)	Замените топливо зимним
<b>Двигатель работает с перебоями и не развивает мощности</b>	
В топливную аппаратуру попадает воздух	Прокачайте топливную аппаратуру
Засорены топливные фильтры	Промойте или замените фильтрующие элементы
Заедание иглы распылителя или закоксовывание отверстий распылителя	Прочистите сопловые отверстия распылителя, промойте или замените распылитель
Пониженное давление впрыска топлива форсункой	Отрегулируйте давление впрыска топлива форсункой на 17,5...18 МПа
Нагнетательный клапан пропускает топливо	Выньте и промойте нагнетательный клапан, при необходимости замените его
Заедание плунжера топливного насоса	Замените топливный насос. Снятый насос отправьте в мастерскую для ремонта
Неисправен подкачивающий насос	Снимите и осмотрите насос, устраните неисправности
Изношены плунжерные пары топливного насоса	Замените топливный насос
Нарушение регулировки топливного насоса	Снимите топливный насос и отправьте для ремонта в мастерскую
<b>Двигатель дымит</b>	
Заедание иглы распылителя форсунки или закоксовывание отверстий распылителя	Прочистите сопловые отверстия распылителя, промойте и замените распылитель



## Окончание таблицы 1.2

Неисправность, внешнее проявление	Метод устранения. Необходимые регулировки
Неправильно установлен топливный насос	Отрегулируйте начало подачи топлива
<b>Белый дым</b>	
Попадание воды в топливо	Замените топливо
<b>Двигатель внезапно останавливается</b>	
Наличие воздуха в топливной аппаратуре	Удалите воздух и заполните топливом аппаратуру
Не подается топливо	Проверьте наличие топлива, исправность топливопроводов, фильтров и подкачивающего насоса
Наличие воды в топливе	Спустите все топливо и замените отстоянным
<b>Двигатель стучит</b>	
Топливный насос установлен после ремонта или разборки с большим опережением подачи топлива (резкий стук в верхней части блока)	Проверьте регулировку момента начала подачи топлива. При необходимости установите момент начала подачи топлива
Не работает одна из форсунок	Проверьте работу форсунки

## 1.2 Параметры состояния топливной аппаратуры

Состояние топливной аппаратуры характеризуется следующими параметрами: давлением впрыска, качеством распыливания топлива, подачи подкачивающего насоса, пропускной способностью фильтров грубой и тонкой очистки топлива, износом перепускного клапана, плунжерных пар и нагнетательных клапанов топливного насоса, частотой вращения кулачкового вала, неравномерностью подачи, расходом топлива, углом опережения подачи, коэффициентами запаса цикловой подачи и снижением частоты вращения корректора, неравномерностью работы и степенью нечувствительности регулятора частоты вращения.

С увеличением наработки параметры состояния изменяются и ухудшаются. Первоначальное состояние топливной аппаратуры восстанавливают, заменяя непригодные к дальнейшей эксплуатации составные части и проводя необходимые регулировки.

### **1.3 Проверка и регулировка топливной системы тракторного двигателя**

Перед началом работ выполнить операции ежесменного технического обслуживания, установить необходимые приборы на двигатель согласно предлагаемой методике проверки топливной системы.

#### **1.3.1 Проверка и регулировка форсунок**

Неисправность форсунок – одна из главных причин снижения мощности и экономичности двигателя. При этом двигатель дымит, трудно запускается, работает неустойчиво.

Неисправную форсунку выявляют следующим образом: запускают двигатель и прогревают до нормального теплового режима. Ключом поочередно отворачивают на 1–1,5 оборота накидные гайки штуцеров секций топливного насоса. Если при отключении форсунки заметны изменения в работе двигателя (стук, снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя), то это указывает на исправность форсунки. Если отключение форсунки от секций топливного насоса на работе двигателя не сказывается, то это указывает на неисправность форсунки.

Форсунки диагностируют: при помощи приспособления КИ-9917, ГОСНИТИ, эталонной форсункой и прибором КИ-562 ГОСНИТИ, максиметром.

Без снятия с двигателя форсунки диагностируют с помощью приспособления КИ-9917 ГОСНИТИ и автостетоскопа.

Приспособление КИ-9917 представляет собой ручной насос высокого давления (рисунок 1.2). Состоит из манометра 4, подключённого к нагнетательной полости корпуса 2, плунжерной пары и нагнетательного клапана, находящихся внутри корпуса, привода плунжера, представляющего собой рычаг 1, один конец которого шарнирно закреплен на корпусе 2, и толкателя. К корпусу присоединены топливопровод высокого давления и резервуар 5 для топлива, а к резервуару – ручка 7. Внутри резервуара и ручки имеется поршневой механизм, состоящий из поршня 6 и пружины 8. К проверяемой форсунке приспособление подключают с помощью накидной гайки топливопро-

вода высокого давления. При нажатии на рычаг 1 плунжер нагнетает топливо через открывшийся нагнетательный клапан в топливопровод высокого давления. При освобождении рычага плунжер под действием пружины возвращается в исходное положение, а нагнетательный клапан закрывается. В этот момент надплунжерное пространство заполняется свежей порцией топлива.

Как только давление в топливопроводе превысит давление, соответствующее усилию затяжки пружины форсунки, начнется впрыск топлива. Давление начала подъема иглы распылителя определяют по максимальному отклонению стрелки манометра, делая 35–40 перемещений рычага в минуту.

При необходимости регулируют форсунку, не снимая с дизеля.

Затем проверяют качество распыла топлива. Для этого нагнетают топливо и, приставив наконечник автостетоскопа к корпусу форсунки, прослушивают звук впрыска. Впрыск должен сопровождаться четким, резким, хорошо прослушиваемым прерывистым звуком.

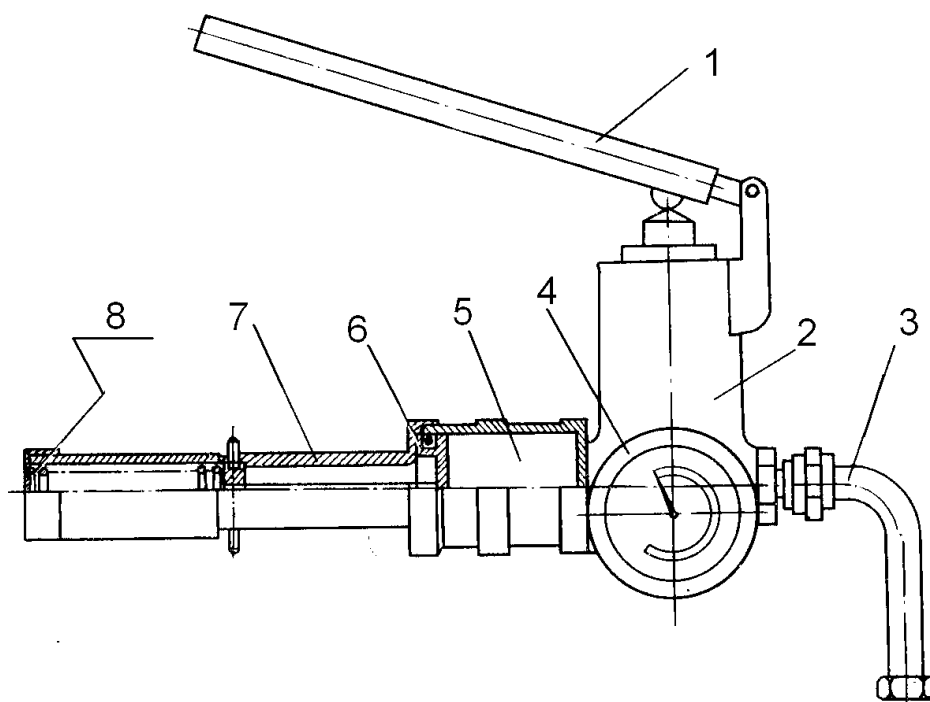


Рисунок 1.2 – Приспособление КИ-9917 ГОСНИТИ для проверок форсунок:  
1 – рычаг; 2 – корпус; 3 – топливопровод высокого давления; 4 – манометр;  
5 – резервуар для топлива; 6 – поршень; 7 – ручка; 8 – пружина

Если звук впрыска прослушивается слабо и не имеет ярко выраженного оттенка, характерного для исправного распылителя, форсунку следует снять, разобрать, очистить распылитель от отложений и, собрав форсунку, испытать её на приборе КИ-562 ГОСНИТИ. Давление начала впрыска топлива должно соответствовать данным, приведенным в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Данные начала впрыска форсунок дизелей

Машины	Номинальное давление впрыска, МПа
Тракторы К-700А, К-701 Тракторы Т-150, Т-150К, Т-70С,	$16,5 \pm 0,5$
МТЗ-80/82, Беларусь 1221, Беларус 1522, Беларусь 2522	$17,5 \pm 0,5$

**Определение качества распыла топлива форсункой.** Отсоединить снятую форсунку с топливопровода насоса. Поставить рычаг подачи топлива в положение максимальной подачи и, вращая коленчатый вал основного двигателя с помощью пускового двигателя, следить за струёй топлива, выходящей из форсунки.

Форсунки должны давать мелкораспыленный и ровный факел топлива. Если топливо выходит из сопла сплошной струёй или наблюдается односторонний конус распыла и подтекание топлива из сопла, то распылитель форсунки заменить.

**Проверка и регулировка форсунок прибором КИ-562 ГОСНИТИ.** Для проверки давления впрыска снятую с двигателя форсунку устанавливают на прибор и закрепляют. Каналы прибора заполняют топливом и прокачивают рычагом со скоростью 60–80 качаний в минуту до появления топлива из распылителя.

Затем по манометру прибора определяют давление впрыска. Если давление отличается от нормативной величины, форсунки регулируют.

Одновременно с проверкой давления начала впрыска топлива форсункой проверяют качество распыла. Распыл должен быть туманообразным, без заметных на глаз капелек, сплошных струй и сгущений. Подтекания топлива

в виде капли на торце распылителя перед началом и после окончания впрыска не должно быть. Допускается увлажнение торца распылителя после прокачивания топлива через форсунку. Начало и конец впрыска должны быть чёткими, с резким звуком.

Герметичность запорного корпуса иглы распылителя проверяют при давлении топлива в форсунке 25 МПа, что достигается затяжкой регулирующего винта. Герметичность цилиндрической части иглы и корпуса распылителя проверяют по времени падения давления с 20 до 18 МПа. Это время не должно быть меньше 9 с.

Распылители, не дающие нужного качества распыления топлива, с низкой герметичностью ремонтируют или заменяют.

После снятия с форсунки распылитель кладут в ванну с бензином для размягчения нагара. Затем медной пластиной удаляют нагар. Закоксовавшиеся распылители опускают в ванну с нагретым топливом на 15–20 мин. После кипячения иглу распылителя вынимают пассатижами с медными губками или с картонной прокладкой и тщательно промывают в дизельном топливе.

Новые распылители перед установкой погружают на 10–15 мин в дизельное топливо нагретое до 80 °С, чтобы очистить от консервационной смазки, затем проверяют.

После промывки игла распылителя, смоченная дизельным топливом и выдвинутая из корпуса на 1/3 длины, должна свободно, без торможения опускаться в корпус, наклоненный под углом 45°. После замены распылителей форсунку вновь проверяет и регулируют.

### **1.3.2 Проверка фильтров грубой очистки топлива**

Щелевые ленточные фильтрующие элементы вынимают из корпуса, промывают и проверяют на отсутствие пробоев (механических повреждений).

Перед промывкой элемент опускают на 2–3 мин в ванну с керосином для растворения отложений. Затем элементы очищают щеткой или промывают керосином из шприца в тех пор, пока поверхность навивки не станет бле-

стоящей. Нельзя очищать элементы скребками или обтирочным материалом. Для проверки на отсутствие повреждений фильтрующей набивки элемент резко погружают в сосуд с дизельным топливом открытой стороной вниз. По выходу пузырьков воздуха судят о наличии повреждений. Место появления крупных пузырьков воздуха указывает, где повреждена набивка. Поврежденные места набивки и корпуса элемента запаивают. Площадь пайки не должна превышать 10 см. При большом повреждении набивки элемент заменяют.

Фильтрующие пластинчатые элементы промывают в дизельном топливе и проверяют. Фильтрующие элементы грубой очистки топлива трактора К-701, К-700 заменяют.

Очистка топлива от механических примесей и воды у двигателя Д-260 трактора Беларусь 2525 осуществляется фильтром грубой очистки (рисунок 1.3) сетчатым фильтрующим элементом 4. Слив отстоя из фильтра производится через сливную пробку 1 в нижней части стакана.

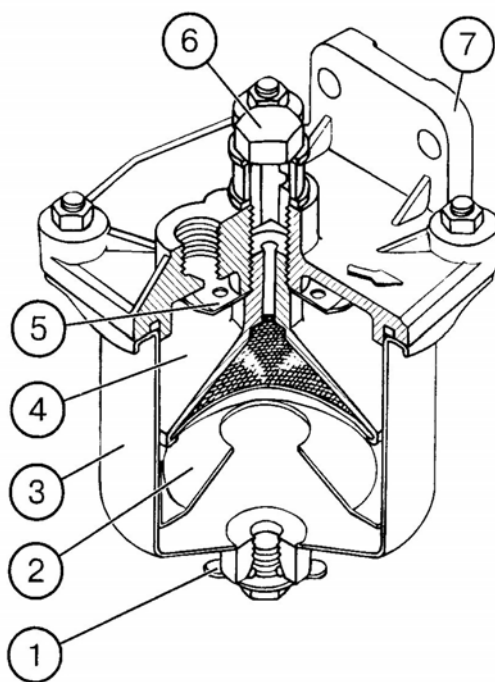


Рисунок 1.3 – Фильтр грубой очистки топлива:

1 – пробка; 2 – успокоитель; 3 – стакан; 4 – отражатель с сеткой;  
5 – рассеиватель; 6 – болт поворотного угольника; 7 – корпус фильтра

### 1.3.3 Проверка фильтров тонкой очистки топлива, подкачивающего насоса и перепускного клапана топливного насоса

Техническое состояние фильтров тонкой очистки топлива, подкачивающего насоса и перепускного клапана топливного насоса проверяют приспособлением КИ-4801 (рисунок 1.4).

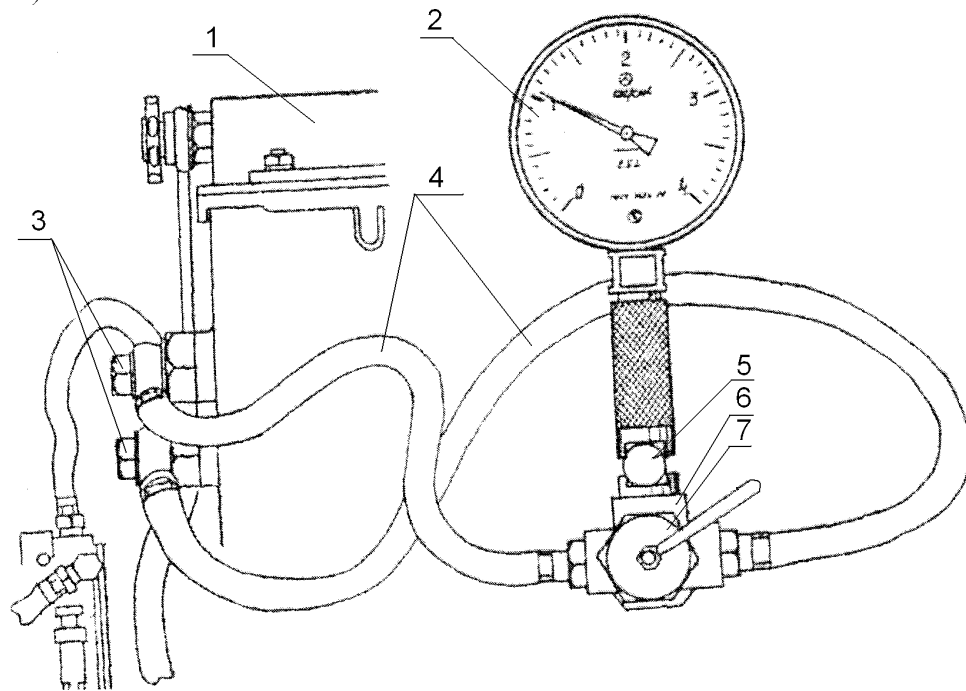


Рисунок 1.4 – Диагностирование с помощью устройства КИ-4801 ГОСНИТИ  
фильтра тонкой очистки топлива, перепускного клапана и подкачивающего насоса:  
1 – фильтр тонкой очистки топлива; 2 – манометр; 3 – удлиненные штуцера; 4 – шланги;  
5 – вентиль; 6 – корпус; 7 – трехходовой кран

Приспособление состоит из манометра 1, корпуса 2 с клапаном 6 для сброса воздуха из прибора, крана 3 для распределения топлива при замере давления в двух точках топливоподачи, наконечников 4 и пустотелых штуцерных болтов 5, посредством которых прибор подсоединяют к системе питания трактора.

Состояние подкачивающего насоса, фильтрующих элементов и перепускного клапана определяют следующим образом. Один из наконечников подсоединяют к нагнетательной магистрали подкачивающего насоса перед фильтром тонкой очистки топлива, другой – между фильтром и топливным насосом, затем запускают двигатель и при номинальной частоте вращения коленчатого вала переключением трехходового крана измеряют давление топлива до и после фильтра тонкой очистки.

Давление после фильтров 0,06–0,08 МПа свидетельствует об исправном состоянии перепускного клапана, подкачивающего насоса и фильтрующих элементов.

При давлении топлива после фильтра менее 0,06 МПа проверяют клапан и подкачивающий насос. Перепускной клапан для проверки замеряют контрольным. Если при этом давление повысится до нормы, значит перепускной клапан исправен. Если давление не изменяется – клапан исправен.

Подкачивающий насос проверяют следующим образом. На входном канале корпуса фильтра тонкой очистки топлива при номинальных оборотах двигателя измеряют по манометру давление, развиваемое насосом. Допускается давление 0,11 МПа при номинальной величине 0,2–0,22 МПа. При давлении менее 0,09 МПа насос заменяют или отправляют на ремонт.

Техническое состояние фильтрующих элементов фильтра тонкой очистки определяют по давлению топлива до и после фильтров. Если давление до фильтров больше 0,09 МПа, а после фильтров – меньше значений, указанных в таблице 1.4, элементы заменяют. На некоторых тракторах на фильтрующие элементы надеты защитные кожухи, которые снимают, промывают сначала в дизельном топливе, а затем в бензине. Если после промывки чехлов давление повышается незначительно, элементы заменяют.

При замене элементов очищают от пыли и грязи корпус, снимают элементы, промывают топливом все детали корпуса и ставят новые, следя, чтобы они плотно прилегали к плите.

После установки каждого элемента на плиту его прокручивают, сделав 2–3 поворота для лучшего прилегания торца элемента к плите. Фильтрующие элементы должны быть параллельны между собой.

Известно, что во время работы двигателя длина фильтрующих элементов тонкой очистки уменьшается под действием пружин, воздействием пульсирующего потока топлива и вибрации фильтра при работе машины. В результате стержни упираются в крышки, уплотнение элементов нарушается,



часть топлива не фильтруется. Кроме того, фильтрующие элементы часто недопустимо коротки (164–180 мм), что также нарушает уплотнение.

При смене фильтрующих элементов необходимо замерять их длину, которая должна быть в пределах 189–195 мм. Элементы короче 189 мм устанавливать не рекомендуется.

Новые фильтрующие элементы тонкой очистки топлива перед постановкой на трактор погружают в чистое дизельное топливо и выдерживают в нем до полного исчезновения воздушных пузырьков.

Таблица 1.4 – Показатели топливного фильтра

Давление топлива перед фильтром, МПа	Давление топлива за фильтром тонкой очистки, МПа
0,09–0,11	допустимое
0,11–0,14	
0,14 и более	предельное

Для слива отстоя из фильтра тонкой очистки топлива двигателя Д-260 трактора Беларус 2522В, 1221, 1522 (рисунок 1.5) необходимо отвернуть пробку в нижней части фильтра тонкой очистки топлива и слить отстой до появления чистого топлива. Завернуть пробку.

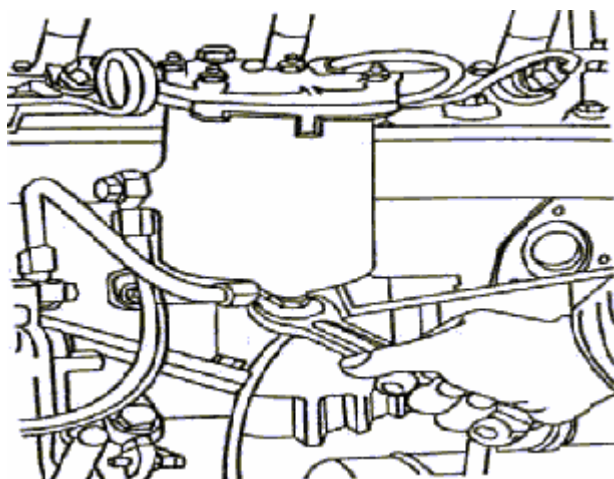


Рисунок 1.5 – Слив отстоя из фильтра тонкой очистки топлива

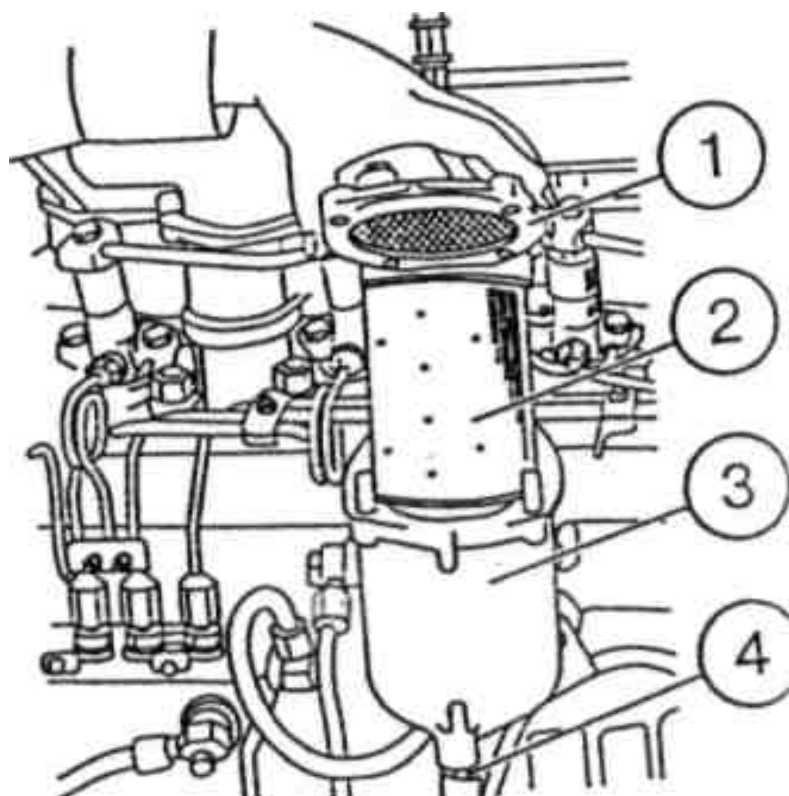


Рисунок 1.6 – Замена фильтрующего элемента

Замена фильтрующего элемента производится через 500 м·ч, при этом необходимо выполнить следующие операции (рисунок 1.6):

- отвернуть пробку 4 в нижней части корпуса фильтра 3 и слить топливо из фильтра;
- отвернуть гайки крепления крышки 1 и снять крышку;
- промыть внутреннюю полость фильтра;
- собрать фильтр с новым фильтрующим элементом.

На крышке фильтра имеется штуцер, который необходимо отвернуть на 1–2 оборота при удалении воздуха из системы топливоподачи.

Техническое состояние топливного манометра (при его наличии) проверяют, сравнивая его показания с показаниями эталонного манометра, подключаемого параллельно.

### **1.3.4 Проверка состояния прецизионных пар топливного насоса прибором КИ-4802**

С помощью прибора КИ-4802 проверяют давление, развиваемое плунжерной парой при пусковых оборотах кулачкового вала топливного насоса, а также плотность прилегания нагнетательного клапана к его корпусу.

Прибор КИ-4802 состоит из корпуса 3 (рисунок 1.7), к которому присоединены манометр 1 со шкалой до 40 МПа, топливопровод высокого давления 4 и предохранительный клапан, помещенный внутри рукоятки 5. В комплект прибора входит также секундомер, применяемый для определения состояния нагнетательного клапана насосного элемента. Предохранительный клапан регулируют на давление открытия 30 МПа путем соответствующей затяжки пружины с помощью регулировочной гайки при снятом защитном колпаке и отпущенной контргайке. В качестве предохранительного клапана применен нагнетательный клапан топливного насоса УТН-5. Для предотвращения пульсации топлива в полости манометра, а следовательно, колебания стрелки предусмотрен дроссель, состоящий из пакета специальных пластин с отверстиями, помещенный в корпус прибора. Топливопровод 4 служит для подключения прибора к проверяемой секции топливного насоса.

Прецизионные пары при помощи описанного прибора проверяют следующим образом.

Отсоединяют от секций топливного насоса топливопровод высокого давления. Присоединяет к одной из секций прибор. Проверяют состояние плунжерной пары, для чего выключают подачу топлива, а также компрессию (в том случае, если на двигателе установлены форсунки). Прокручивают при помощи пускового устройства двигатель трактора и, плавно включая подачу топлива, наблюдают за показаниями манометра. Когда давление достигнет 25–30 МПа, включают подачу и прекращают прокрутку двигателя.

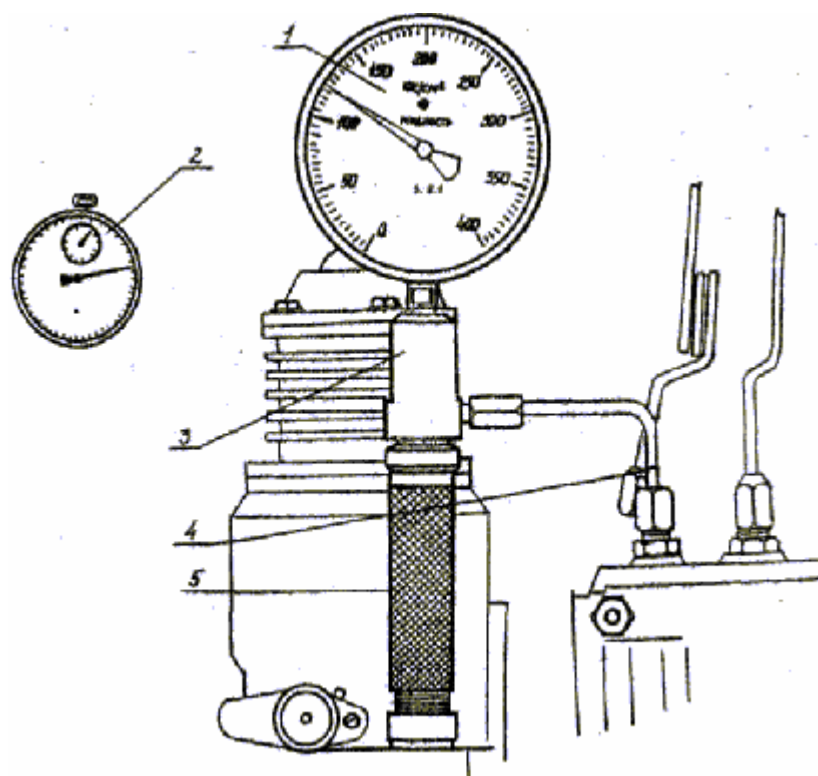


Рисунок 1.7 – Проверка герметичности нагнетательного клапана топливного насоса с помощью приспособления КИ-4802 ГОСНИТИ:

1 – манометр; 2 – секундомер; 3 – корпус приспособления; 4 – топливопровод высокого давления; 5 – рукоятка

Проверяют плотность прилегания нагнетательного клапана и к седлу. Для этого, наблюдая за перемещением стрелки манометра, замеряют время падения давления от 15,0 до 10,0 МПа. Отсоединяют прибор от проверяемой секции и проверяют состояние прецизионных пар остальных секций. Если давление, создаваемое плунжерными парами, окажется менее 25,0 МПа (на двигателях с непосредственным впрыском – менее 30,0 МПа), а время падения давления в интервале 15,0...10,0 МПа – менее 10 с, насос необходимо снять с трактора и направить в мастерскую. Насос подлежит ремонту в случае непригодности хотя бы одной плунжерной пары.

### 1.3.5 Проверка и регулировка момента начала подачи топлива

Момент начала подачи топлива плунжерной парой проверяют с помощью приспособления КИ-13902 ГОСНИТИ, в которое входят моментоскоп КИ-4941 с набором технологических пружин, указатель с четырьмя иглами или угломер КИ-13920 и набор шаблонов-угломеров.

Для проверки момента начала подачи топлива моментоскоп устанавливают на проверяемую секцию топливного насоса, навинтив (вручную) накидную гайку на штуцер секции. Момент начала подачи определяют по началу подъема уровня топлива в стеклянной трубке при медленном прокручивании коленчатого вала вручную. Если плунжерная пара новая, то подача начинается в момент перекрытия плунжером впускного отверстия втулки. Если плунжерная пара имеет износ, то подача начинается позже, что обусловлено повышенными утечками части топлива через зазор между втулкой и плунжером. По этой причине практически невозможно установить оптимальный угол опережения подачи топлива. В данном случае после регулировки момента начала подачи топлива неизбежно получается ранний впрыск (при работе дизеля износ плунжерных пар практически не влияет на момент подачи, так как утечки топлива резко уменьшаются).

Указанный недостаток можно устранить, применив на время проверки момента начала подачи топлива технологическую пружину, жесткость которой в 8–10 раз меньше жесткости пружины нагнетательного клапана. При ее постановке на клапан вместо рабочей пружины топливо подается в момент перекрытия плунжером впускного отверстия втулки при любом износе плунжерной пары.

При отсутствии технологической пружины ее можно изготовить из пружинной проволоки в любой мастерской. Размеры пружины должны соответствовать размерам пружины нагнетательного клапана, а диаметр проволоки – в 2 раза меньше.

Момент начала подачи топлива изношенными (бывшими в работе) плунжерными парами проверяют в следующем порядке.

Отсоединяют от штуцера первой секции (у дизеля ЯМЗ-240Б – от штуцера 12-й секции) топливного насоса топливопровод высокого давления. Затем вывинчивают штуцер из головки насоса, вынимают пружину нагнетательного клапана и устанавливают вместо неё технологическую пружину. Ввинчивают штуцер на место и устанавливают на него моментоскоп. Ослаб-

ляют затяжку накидных гаек топливопроводов на штуцерах остальных секций топливного насоса.

Закрепляют на неподвижной детали около цилиндрической поверхности шкива (таблица 1.4) указатель. Включают подачу топлива и прокручивают коленчатый вал до заполнения стеклянной трубки моментоскопа топливом.

Наблюдая за уровнем топлива в трубке моментоскопа, быстро прокручивают коленчатый вал по направлению вращения до момента подъема уровня топлива в трубке, который определяют ориентировочно. Прокручивают коленчатый вал против направления вращения примерно на четверть оборота так, чтобы надплунжерное пространство проверяемой секции соединилось со впускным каналом. Затем медленно прокручивают вал по направлению вращения до начала подъема уровня топлива в трубке моментоскопа. Наносят на вращающейся детали против указателя риску. Затем устанавливают коленчатый вал в положение, соответствующее ВМТ первого цилиндра или установочному углу опережения подачи. Наносят на вращающейся детали против указателя вторую риску и измеряют расстояние или величину угла между рисками угломером.

Если момент начала подачи равен номинальному значению, то при положении коленчатого вала, соответствующем установочному углу опережения подачи топлива, показание угломера будет равно нулю, а по отношению к ВМТ поршня оно будет соответствовать номинальному углу опережения подачи топлива. Если значение измеренного угла выходит за допускаемые пределы, проводят регулировки угла следующими способами:

- у дизелей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б – поворотом полумуфты привода топливного насоса (коленчатого вала) относительно муфты опережения впрыска топлива при отпущенных болтах крепления муфты к фланцу полумуфты;
- у дизелей А-41, СМД-14, СМД-14А, СМД-17К, СМД-18, СМД-19, СМД-20, Д-240, Д-240Л, Д-240ЛГ, Д-50, Д-50Л, Д-50Г, ЮМЗ-6Л, Д-48Л, Д-37М, Д-37Е, Д-21, Д-21А1 – поворотом шлицевого фланца (кулачкового вала то-

пливного насоса) относительно шестерни привода насоса при вывернутых болтах крепления фланца на шестерне;

- у дизелей СМД-60, СМД-62, СМД-64 – изменением положения (поворотом) топливного насоса относительно шестерни привода;

Значения номинальных и допустимых в эксплуатации углов опережения подачи топлива в градусах до ВМТ (по углу поворота коленчатого вала) и соответствующие этим углам длины дуг на шкивах приведены в таблице 1.4.

Проверка и установка угла после подачи топлива насосом двигателей тракторов Беларусь 1221, 1521, 2522 производится в такой последовательности:

- установить рычаги управления регулятором в положение, соответствующее максимальной подаче топлива;
- отсоединить трубу высокого давления от штуцера первой секции насоса и вместо нее подсоединить моментоскоп (накидная гайка с короткой трубкой, к которой с помощью резиновой трубки подсоединена стеклянная с внутренним диаметром 1–2 мм);
- провернуть коленчатый вал дизеля ключом по часовой стрелке до появления из стеклянной трубки моментоскопа топлива без пузырьков воздуха;
- удалить часть топлива из стеклянной трубки, встряхнув ее;
- провернуть коленчатый вал в обратную сторону (против часовой стрелки) на 30–40°;
- медленно вращая коленчатый вал дизеля по часовой стрелке, следить за уровнем топлива в трубке, в момент начала подъема топлива прекратить вращение коленчатого вала;
- определить положение указателя установочного штифта, закрепленного на крышке газораспределения.

Если он находится в диапазоне делений <21...23> на градуированной шкале, нанесенной на корпусе гасителя крутильных колебаний, то установочный угол опережения впрыска топлива установлен правильно, т. е. поршень первого цилиндра установлен в положение, соответствующее 21–23° до ВМТ.

Таблица 1.4 – Данные, необходимые при проверке момента подачи топлива

Марка трактора	Марка двигателя	Способ определения ВМТ поршня или положения колен. вала соответственно установочному углу опережения подачи топлива	Место определения угла подачи топлива или соответств. длины дуги	Номинальные и предельные измерения		Допустимые пределы измерения		Длина дуги на шкиве
				угла опережен. подачи, град. до ВМТ	длины дуги на шкиве	угла опережен. подачи, град. до ВМТ	длины дуги на шкиве	
К-701	ЯМЗ- 240Б	Риска против цифры «19» на корпусе гасителя крутильных колебаний	гасителя крутильных колебаний	18–20	–	17–21	–	–
Т-150К	СМД-62	Стержень указателя ВМТ; углубления на маховике	маховик	22–24	–	21–25	–	–
ДТ-75	СМД-14	Установочная шпилька; углубления на маховике	Шкив тормозка муфты сцепления	18–20	32,5–36,0	17–21	31,0–38,5	1,81
МТЗ-80/82	Д-240	Установочная шпилька; углубления на маховике	Шкив водяного насоса	25–27	–	24–28	–	1,6
Т-40, Т-40А	Д-37М	Метка «Т» на шкиве колен вала; стрелка указателя на крышке шестерен распределения	Шкив коленчатого вала	28–30	–	27–31	–	–
Т-25, Т-16М	Д-21	Метка «Т» на шкиве колен вала; стрелка указателя на крышке шестерен распределения	Шкив коленчатого вала	22–24	–	21–25	–	2,12



Если указатель не находится в указанных диапазонах, произвести регулировку, для чего проделать следующее:

- вращая коленчатый вал, совместить указатель установочного штифта с делением <22> на градуированной шкале корпуса гасителя;
- снять крышку люка;
- отпустить на 1–1,5 оборота три гайки М10 крепления шестерни привода топливного насоса к фланцу привода топливного насоса;
- удалить часть топлива из стеклянной трубки моментоскопа, если оно в нем имеется;
- при помощи ключа повернуть за гайку валик топливного насоса в одну и другую стороны в пределах пазов, расположенных на торцевой поверхности шестерни привода топливного насоса до заполнения топливом стеклянной трубки моментоскопа;
- установить валик топливного насоса в крайнее (против часовой стрелки) в пределах пазов положение;
- удалить часть топлива из стеклянной трубки;
- медленно повернуть валик топливного насоса по часовой стрелке до момента начала подъема топлива в стеклянной трубке;
- в момент начала подъема топлива в стеклянной трубке прекратить вращение валика и затянуть гайки крепления шестерни к фланцу привода топливного насоса;
- произвести повторную проверку момента начала подачи топлива;
- отсоединить моментоскоп и установить на место трубку высокого давления и крышку люка.

### **1.3.6 Проверка и регулировка частоты вращения коленчатого вала**

На тракторах частоту вращения коленчатого вала определяют по частоте вращения вала отбора мощности (ВОМ) или по тахоспидометру.

Если регулятор частоты вращения настроен правильно, то частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальной подаче топлива

(100 %-ной нагрузке) должна иметь номинальное значение. Чтобы избежать слишком частых регулировок, в эксплуатации допускают отклонение фактической частоты вращения от номинального значения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения – на  $\pm 2$  %.

Частоту вращения определяют при работе дизеля при максимальном скоростном режиме и 100 %-ной нагрузке, соответствующей моменту автоматического выключения регулятора частоты вращения (максимальному расходу топлива). Этого достигают с помощью тормозной установки или дросселирования воздуха на впуске. Дизель нагружают плавно и, измеряя тахометром частоту вращения, прислушиваются к работе дизеля. При резком уменьшении частоты вращения (определяют на слух и по показаниям тахометра) немного снижают нагрузку до момента резкого возрастания частоты вращения и фиксируют показания тахометра.

Если частота вращения выходит за пределы допускаемых значений, ее регулируют непосредственно на тракторе или комбайне (согласно инструкции).

## **2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТРАКТОРА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА (СКРТ)**

### **2.1 Общее описание СКРТ**

Оборудование СКРТ предназначено для контроля параметров работы и расхода топлива при установке на грузовые автомобили, тракторы, дорожные и строительные машины, стационарные установки, в которых применяются дизельные двигатели с номинальным напряжением бортовой сети 12 или 24 В и максимальным расходом топлива через контролируемые датчиками ДРТ топливные магистрали до 200 л/ч.

Из технических и экономических соображений оборудование СКРТ может иметь различный состав. Каждое устройство выполняет свою задачу. Конфигурацию СКРТ для конкретной машины можно изменять – добавлять, заменять или снимать отдельные устройства. Общая структура СКРТ приведена на рисунке 2.1.



СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

*для автомобилей, тракторов, дорожных машин и сельхозтехники*

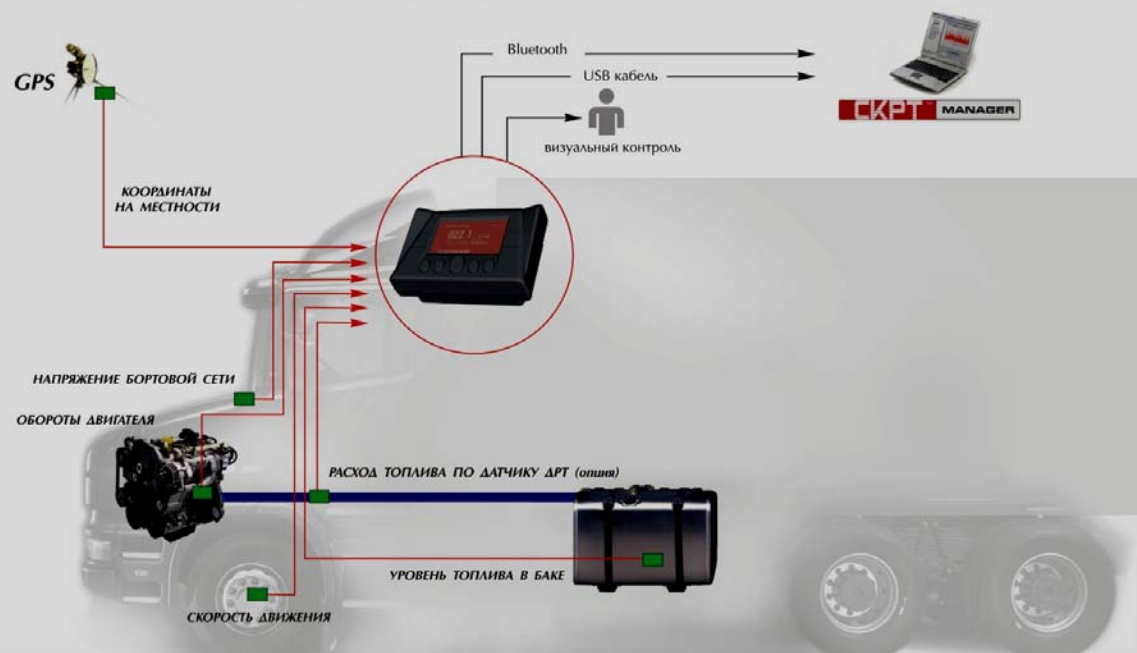


Рисунок 2.1 – Общая структура СКРТ



Рисунок 2.2 – Терминал СКРТ



Рисунок 2.3 – Датчик уровня топлива



Рисунок 2.4 – Датчик расхода топлива

Обязательной частью СКРТ является терминал (рисунок 2.2).

Контроль расхода топлива осуществляется по датчику уровня топлива (ДУТ) в баке – рисунок 2.3 и (или) по проходному датчику расхода дизельного топлива в двигателе (ДРТ) – рисунок 2.4.

Точность контроля расхода по ДРТ значительно выше точности контроля по ДУТ, и при анализе данных его показания следует считать предпочтительными. Однако для бензиновых двигателей возможен контроль расхода топлива только по баку.

СКРТ обеспечивает также регистрацию других параметров движения, сведения о которых позволяют подтвердить или опровергнуть версию о хищении топлива, а также определить режимы эксплуатации и техническое состояние транспортного средства. Обычно анализом накопленных СКРТ данных на предприятии занимается специально обученный сотрудник – менеджер СКРТ.

Основные параметры, контролируемые СКРТ:

- 1) путевой расход топлива, л/100 км;
- 2) часовой расход топлива, л/ч;
- 3) объем топлива в баке, л;
- 4) обороты двигателя, об/мин;
- 5) скорость движения, км/ч;
- 6) напряжение бортовой сети, В;
- 7) запас хода, км;
- 8) запас времени работы, ч;
- 9) координаты на местности (при наличии GPS-приемника), град. широты, долготы.

Как видно из рисунка 2.1, существуют три способа использования накопленных СКРТ данных о работе машины:

- 1) считывание данных из терминала в персональный компьютер (ПК) через кабель;
- 2) считывание данных из терминала в ПК по радиоканалу Блютуз;
- 3) просмотр счетчиков на терминале СКРТ.

Электронные счетчики терминала СКРТ накапливают данные о следующих параметрах:

- 1) расход топлива, л;
- 2) объем заправок, л;
- 3) объем сливов из бака, л;
- 4) пройденный путь, км;
- 5) время работы двигателя, ч;
- 6) время движения, ч;
- 7) время простоя, ч;
- 8) моточасы;
- 9) расход топлива в баке, л;
- 10) перерасход, л.

Значения счетчиков накапливаются с момента сброса (обнуления). Сбросить значения счетчиков может пользователь, имеющий соответствующие полномочия. В СКРТ свой набор счетчиков у водителя, менеджера и специалиста. Сброс одного набора счетчиков (например, водителя) не влияет на остальные наборы.

СКРТ включает в себя также программное обеспечение для настройки («СКРТ-Сервис»), автоматического скачивания данных с регистраторов (Точка доступ Блютуз), анализа данных («СКРТ-Менеджер»), картографический отчет о пройденном маршруте «Растр».

## **2.2 Подключение и принципы работы СКРТ**

СКРТ подключается к следующим штатным датчикам топливной системы (ТС):

- 1) спидометру (или тахографу);
- 2) тахометру;
- 3) датчику уровня топлива в баке;
- 4) напряжению бортовой сети.

Помимо штатных датчиков ТС к ЭБ СКРТ может подключаться проходной датчик ДРТ, который врезается в топливную магистраль и считает прошедшее через него топливо. Общая схема подключений приведена на рисунке 2.5.

В некоторых случаях подключить СКРТ к штатным датчикам невозможно, тогда соответствующие параметры будут недоступны для регистрации и отображения.

ЭБ каждые две секунды опрашивает подключенные к нему датчики и через определенный период (период записи), который может изменяться при настройке ЭБ, записывает в записную книжку ЭБ средние значения контролируемых параметров за этот период. Период записи может изменяться от 5–15 секунд до нескольких минут. В заводских настройках период записи устанавливается 1 минута, при этом объема записной книжки хватает на 30 суток непрерывной работы ТС. С уменьшением периода записи сокращается общее время записи. Процент заполнения записной книжки указывается на экране ЭБ.

Меньшие значения периода записи выбираются, если важно контролировать параметры работы ТС: пределы изменения рабочей скорости, оборотов коленчатого вала двигателя, – максимальные значения этих параметров и т.д. Изменение периода записи и другие настройки ЭБ осуществляются обученными специалистами СКРТ.

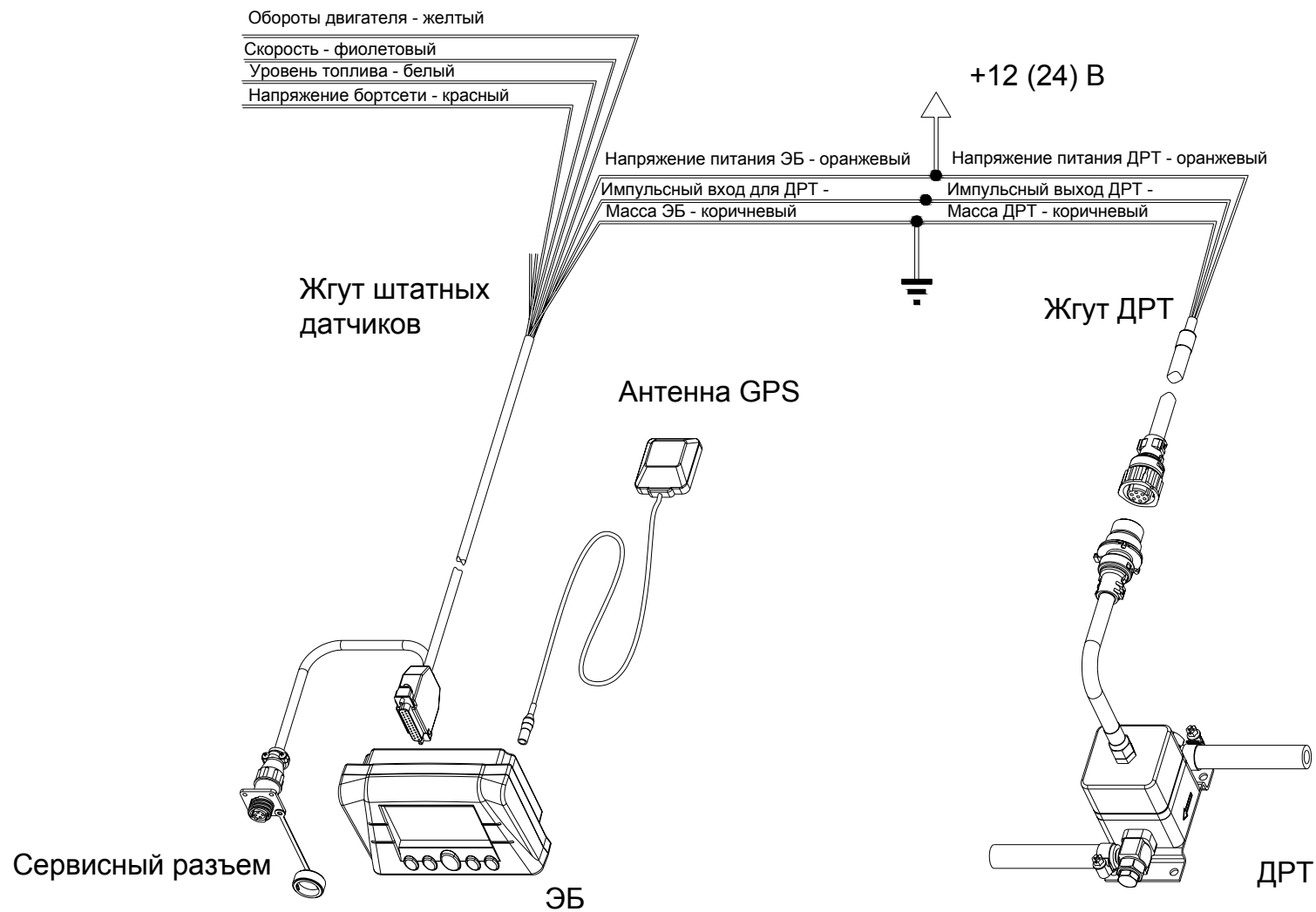


Рисунок 2.5 – Схема подключения СКРТ с ДРТ





Рисунок 2.6 – Проходной автономный счетчик DFM

Существуют и автономные счетчики DFM-5, не требующие подключения к терминалу СКРТ. Электронное табло, отображающее текущий и накопленный расход топлива, а также время работы двигателя и заряд батареи, расположено в крышке DFM-5 (рисунок 2.6).

### 2.3 Подключение ДРТ в топливную систему

Проходной датчик ДРТ является наиболее точным средством определения объема топлива, действительно потребленного двигателем. ДРТ может быть включен в топливную магистраль двумя способами: на давление и на разрежение.

На рисунке 2.7 ДРТ показана установка для работы на разрежение. Недостатком этой схемы является быстрое засорение ДРТ, а также невозможность подогрева топлива в баке в зимний период.

На рисунке 2.8 изображена схема включения ДРТ на давление. Обратная магистраль с фильтра тонкой очистки поступает на вход топливopодкачивающего насоса, но может идти и в бак.

Недостатком этого способа является необходимость заглушения выхода обратной магистрали в топливном насосе. Обратите внимание: штатный перепускной клапан переносится на фильтр тонкой очистки, и слив обратной магистрали осуществляется перед ДРТ.

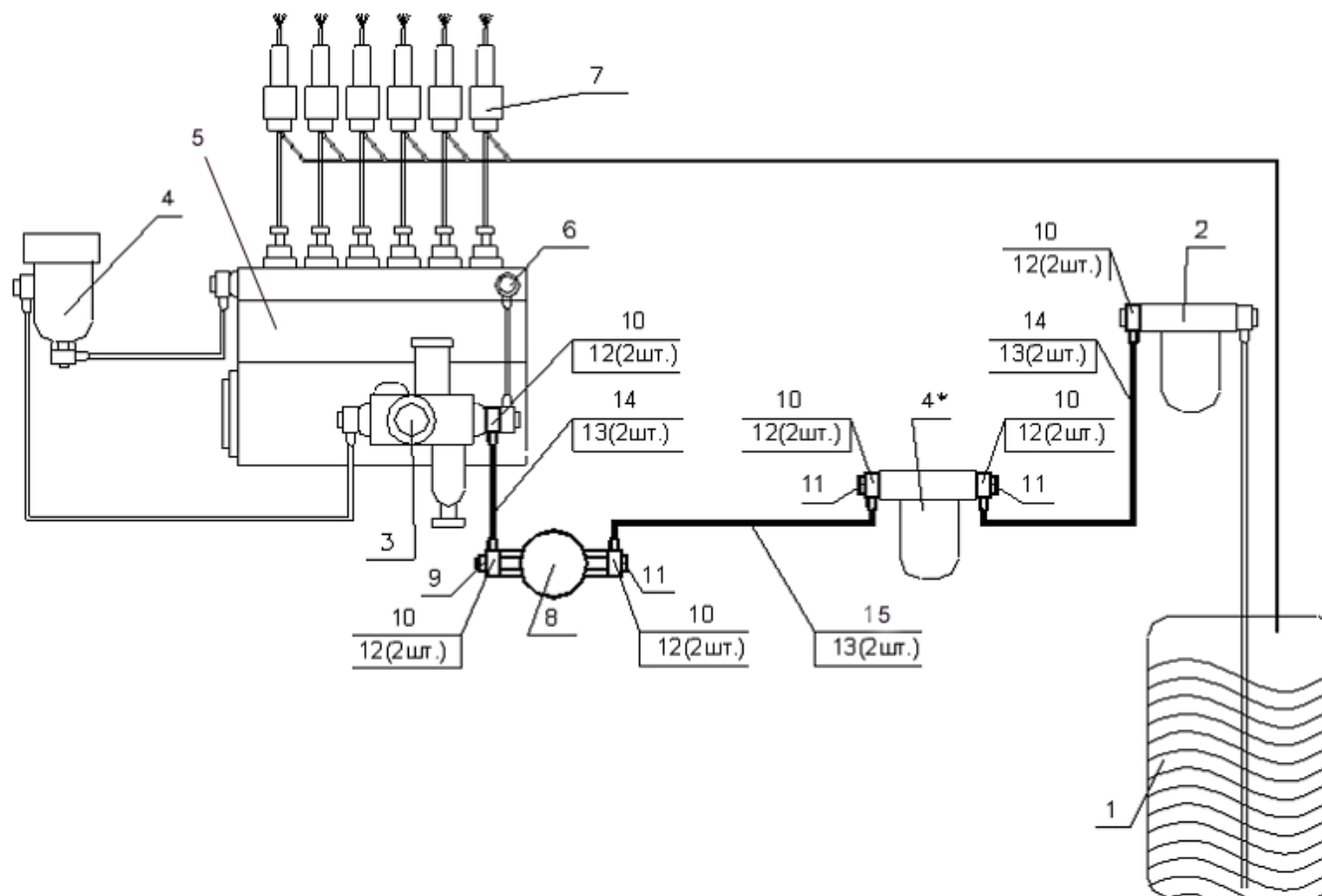


Рисунок 2.7 – Принципиальная схема включения ДРТ-5 на разрежение без слива обратки в бак:  
 элементы ТС: 1 – бак топливный, 2 – фильтр топливный грубой очистки, 3 – насос топливоподкачивающий, 4 – фильтр топливный тонкой очистки, 4\* – фильтр топливный тонкой очистки дополнительный (80 мкм), 5 – ТНВД, 6 – клапан перепускной ТНВД, 7 – форсунки;  
 элементы комплекта ДРТ-5: 8 – датчик расхода топлива, 9 – клапан обратный, 10 – угольник, 11 – болт поворотного угольника, 12 – двойной болт поворотного угольника, 14 – хомут червячный, 15 – топливопровод резиновый

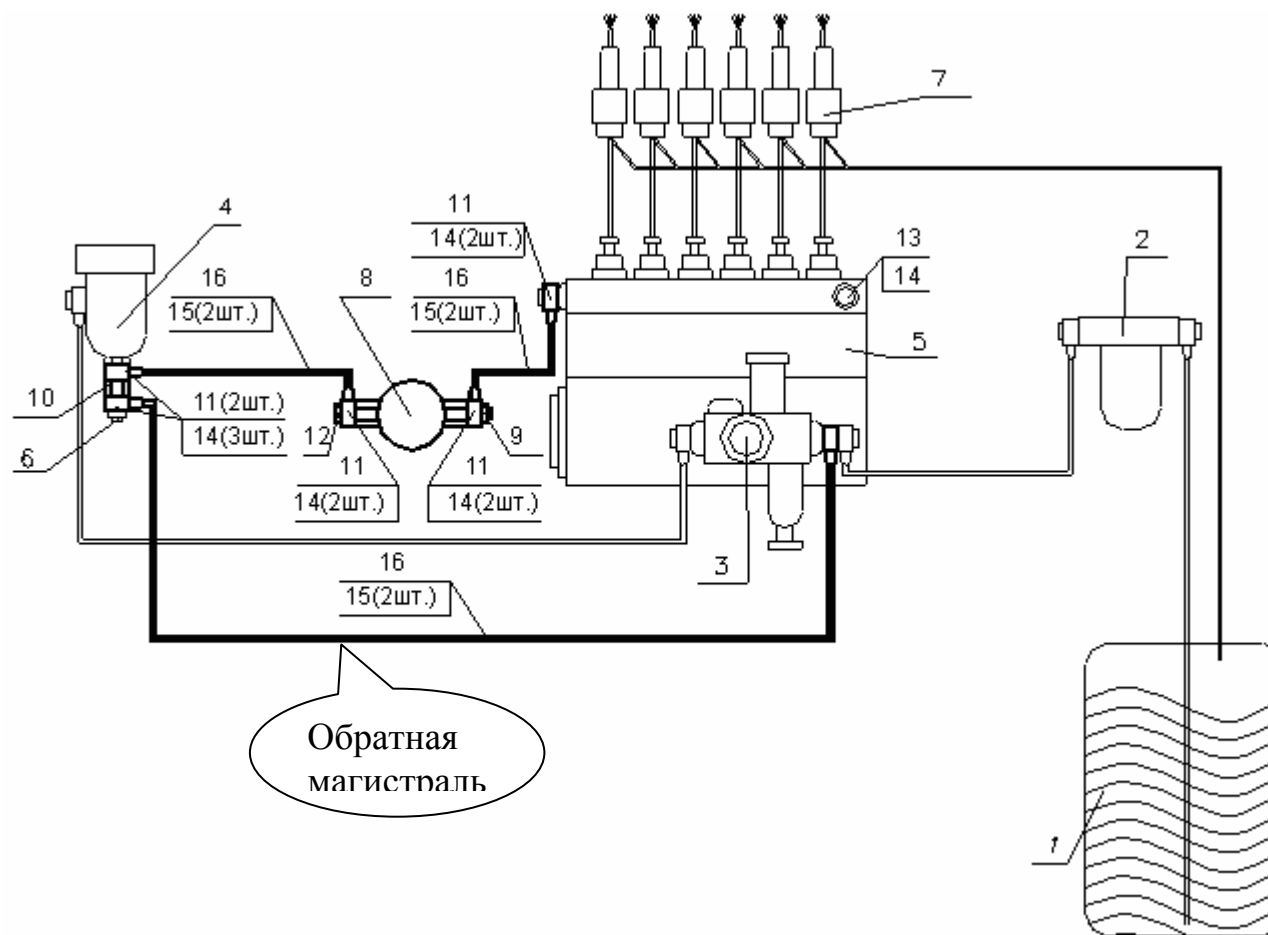


Рисунок 2.8 – Принципиальная схема включения ДРТ-5 на давление без слива обратки в бак:

элементы ТС: 1 – бак топливный, 2 – фильтр топливный грубой очистки, 3 – насос топливоподкачивающий, 4 – фильтр топливный тонкой очистки, 5 – ТНВД, 6 – клапан перепускной ТНВД, 7 – форсунки; элементы комплекта ДРТ-5: 8 – датчик расхода топлива ДРТ-5, 9 – клапан обратный, 10 – штуцер-переходник, 11 – угольник, 12 – болт поворотного угольника, 13 – двойной болт поворотного угольника, 14 – пробка резьбовая, 15 – кольцо уплотнительное, 16 – хомут червячный

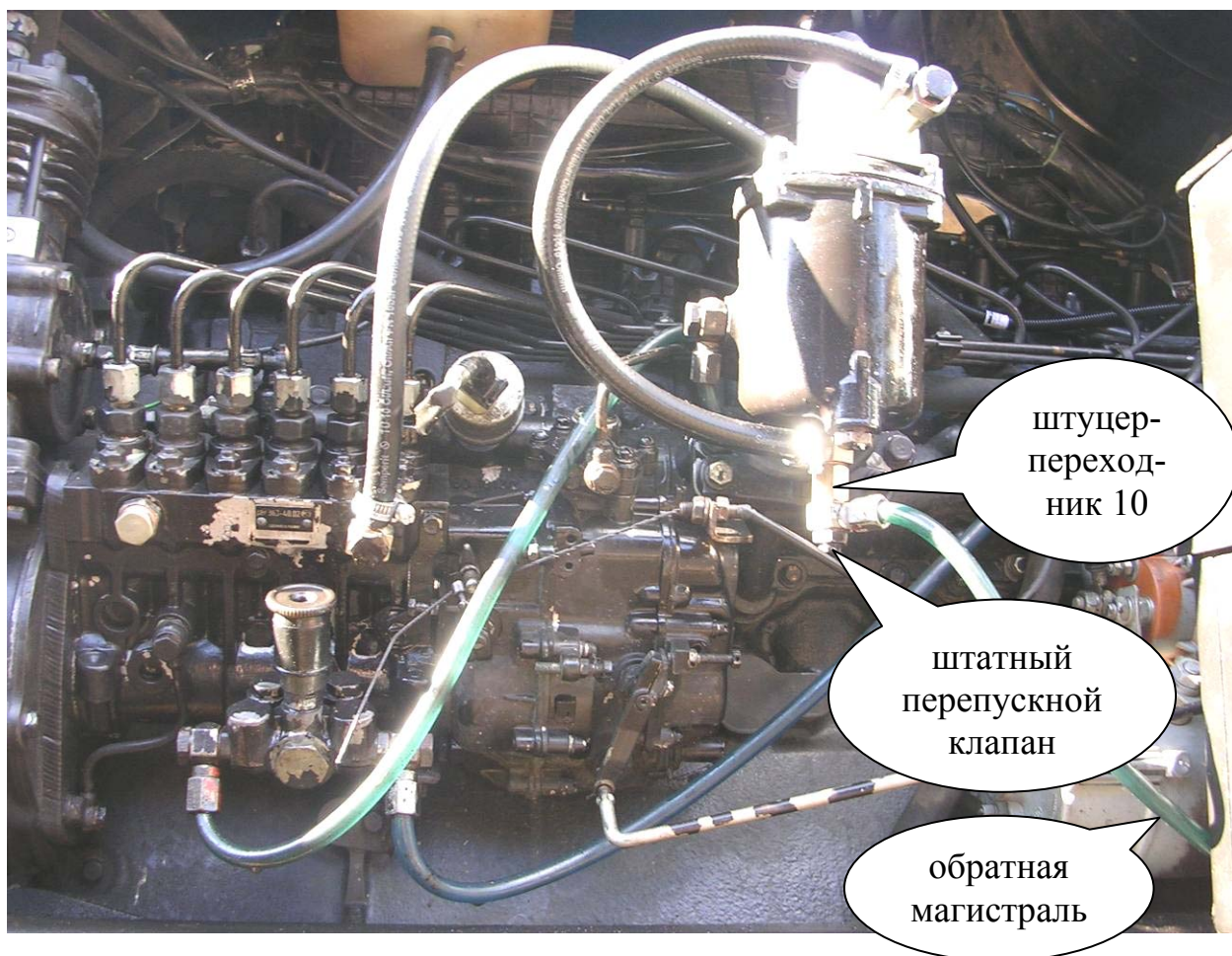


Рисунок 2.9 — Топливная система трактора МТЗ после установки ДРТ

## 2.4 Электрическое подключение СКРТ на трактор Беларусь 1221, МТЗ-80/82

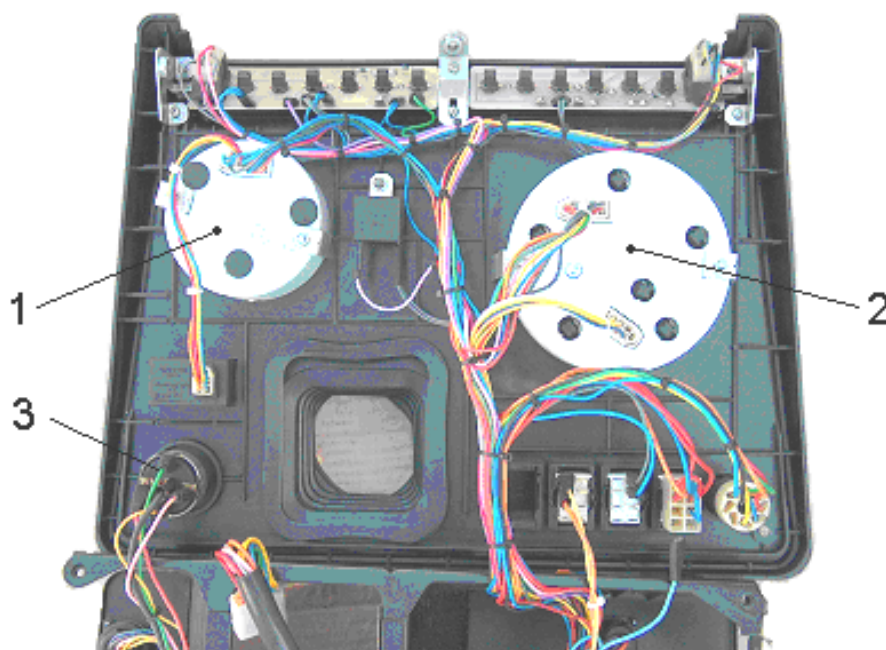
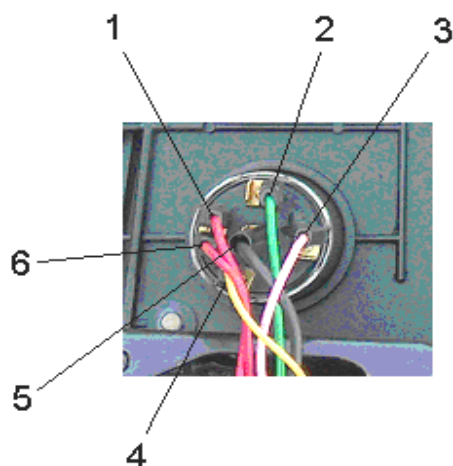


Рисунок 2.10 – Общий вид панели приборов с обратной стороны:  
1 – тахометр; 2 – комбинированный прибор; 3 – замок зажигания

**1. Оранжевые провода (V\_BATT)** жгута питания СКРТ и ДРТ подсоединяются к «+» аккумуляторной батареи до замка зажигания. Место подсоединения – черный провод 5 на замке зажигания (рисунок 2.11).

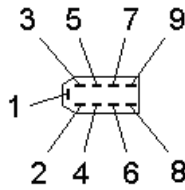
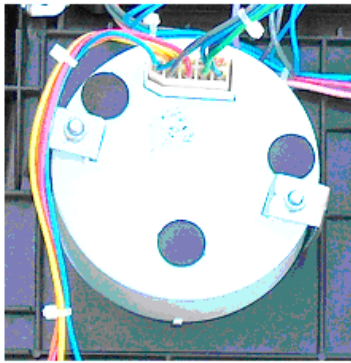


- 1 (красный) -
- 2 (зеленый) - "+" после замка зажигания
- 3 (розовый) -
- 4 (желтый) -
- 5 (черный) - "+" до замка зажигания
- 6 (красный) -

Рисунок 2.11 – Замок зажигания (вид сзади)

**2. Провода «земли» СКРТ и ДРТ (GND)** подсоединяются к «-» (массе). Место подсоединения – или голубой провод 1 тахометра (рисунок 2.12), или голубой провод 2 разъема А комбинированного прибора (рисунок 2.14), или любая другая «массовая» клемма.



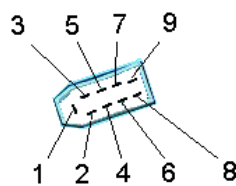
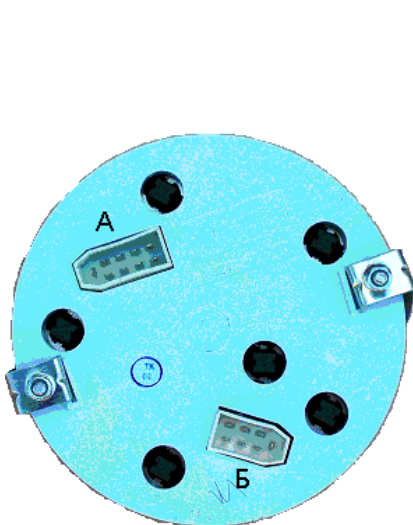


- 1 (голубой) - "масса";
- 2 (серый) - питание 12 В после замка зажигания;
- 3 (оранжевый) - выбор параметра;
- 4 (красный) - значение параметра;
- 5 (желто-черный) - режим;
- 6 (зеленый) - датчик перемещения левого колеса;
- 7 (голубой) - датчик перемещения правого колеса;
- 8 (сине-черный) - обороты двигателя;
- 9 (красно-желтый) - подсветка.

Рисунок 2.12 – Общий вид задней стенки тахоспидометра и цоколевка проводов

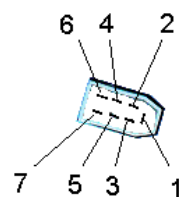
**3. Фиолетовый провод (DSENS1)** датчика скорости (жгут проводов штатных датчиков СКРТ) подсоединяется к одному из двух проводов – зеленому 6 или голубому 7, подведенных к тахоспидометру (см. рисунок 2.12).

**4. Белый провод (SENS1)** датчика уровня топлива в баке 1 (жгут проводов штатных датчиков СКРТ) подсоединяется к фиолетовому проводу 3 разъема Б комбинированного прибора (см. рисунок 2.13).



#### Разъем А

- 1 (красно-желтый) - подсветка;
- 2 (голубой) - "масса";
- 3 (серо-зеленый) -
- 4 (розовый) -
- 5 (желто-черный) -
- 6 (оранжевый) -
- 7 (зеленый) -
- 8 (красный) - температура охл. жидкости;
- 9 (серый) - питание 12 В после замка зажигания.



#### Разъем Б

- 1 - нет;
- 2 - нет;
- 3 (фиолетовый) - датчик уровня топлива;
- 4 (желтый) - датчик давления масла в КП;
- 5 (красный) -
- 6 (желто-черный) - лампочка резерва топлива
- 7 (розовый) - давление воздуха в пневмосистеме.

Рисунок 2.13 – Общий вид задней стенки комбинированного прибора и цоколевка проводов

**5. Красный провод (SENS3)** сигнала «Напряжение бортсети» подсоединяются к «+» после замка зажигания. Место подсоединения – или зеленый провод 2 замка зажигания (см. рисунок 2.11), или серый провод 2 тахоспидометра (см. рисунок 2.12) или серый провод 9 разъема Б комбинированного прибора (см. рисунок 2.13).

**6. Желтый провод (DSENS3)** датчика оборотов (жгут проводов штатных датчиков) подсоединяется к сине-черному проводу 8 тахоспидометра (см. рисунок 2.12).

Цветовое исполнение проводов может отличаться от приведенного на рисунках. В таком случае необходимо ориентироваться по номерам контактов электрических разъемов.

## 2.5 Способы считывания данных

Менеджер СКРТ (Менеджер) осуществляет считывание данных из терминалов СКРТ в базу данных СКРТ (БД СКРТ) на компьютере, анализирует данные и выводит на печать графики параметров движения и отчеты. Считывание осуществляется с помощью сервисного комплекта, подключаемого к терминалу СКРТ и персональному компьютеру.



Рисунок 2.14 – Сервисный комплект USB

Менеджер может также переписать вручную с экрана терминала СКРТ на машине значения счетчиков, при этом компьютер не требуется. Но в полной мере оценить режимы работы машины, объясняющие расход топлива, возможно только на компьютере с использованием аналитического ПО «СКРТ-Менеджер».

При наличии Точки доступа (ТД) Блютуз данные с терминалов СКРТ, оснащенных опцией Bluetooth, скачиваются в БД автоматически при появлении терминала в зоне видимости радиосвязи (рисунок 2.15). Менеджер в этом случае лишь анализирует поступившие данные и выводит их на печать.

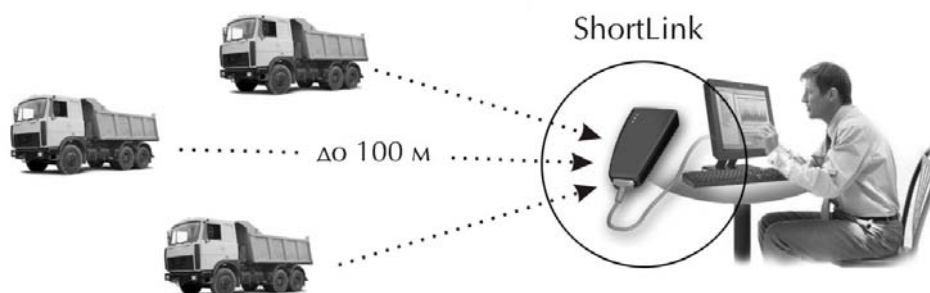


Рисунок 2.15 – Считывание данных Точкой доступа Блютуз



Рисунок 2.16 – Компоненты Точки доступа Блютуз

## 2.6 Программное обеспечение Менеджера

Основной программой Менеджера является «СКРТ-Менеджер». Она предназначена для хранения в базе данных информации, полученной в процессе эксплуатации транспортного средства, анализа этой информации, расчета параметров за указанный период и печати отчетов (текстовых и графических).

Программа «СКРТ-Сервис» предназначена для настройки ЭБ.

ПО ТД Блютуз необходимо для автоматического скачивания данных с ЭБ по беспроводному радиоканалу Блютуз.



## 2.7 Просмотр информации на ЭБ

При выключенной бортовой сети ЭБ не работает. Обычно ЭБ устанавливается таким образом, что находится в «спящем» режиме при включенной массе и выключенном зажигании. В этом режиме на экране ЭБ можно заметить лишь светлую рамку по краям. При повороте ключа в положение «зажигание включено» через 5 секунд ЭБ включается и на экране появляется главная страница меню ЭБ с текущими датой и временем. Внизу экрана находятся обозначения клавиш, расположенных непосредственно под обозначениями (см. рисунок 2.17).

Для того чтобы просмотреть текущие параметры работы машины, необходимо нажать клавишу «Следующий экран».



Рисунок 2.17 – Главное меню ЭБ СКРТ



Рисунок 2.18 – Просмотр параметров



Менеджеру чаще приходится работать не с текущими значениями параметров, а с накопительными величинами – счетчиками.

Переход от просмотра параметров к просмотру счетчиков осуществляется клавишей «Следующий экран». Для сброса счетчиков необходимо нажать клавишу «Сброс».

Сброс счетчиков



Рисунок 2.19 – Просматриваемые счетчики

## 2.8 Считывание данных в БД СКРТ

База данных СКРТ может быть пополнена новыми данными одним из трех способов:

- а) импорт данных непосредственно из ЭБ в программу «СКРТ-Менеджер». При этом записная книжка в ЭБ после считывания очищается автоматически;
- б) автоматическое считывание данных из ЭБ с помощью ПО ТД Блютуз. Записная книжка по завершении считывания очищается автоматически;
- в) считывание данных ЭБ и сохранение ее в виде файла записной книжки с помощью программы «СКРТ-Сервис» с последующим импортом данного файла в программу «СКРТ-Менеджер». В этом случае данные могут быть удалены из ЭБ или оставлены там по желанию Менеджера.

## 2.9 Примеры отчетов «СКРТ-Менеджер»

На рисунке 2.20 приведен графический отчет об изменении уровня топлива в баке. Хорошо видно время и объем заправок.

На рисунке 2.21 помимо двух заливок замечен также один слив. Заправки и сливы также отображаются в текстовых отчетах за рассматриваемый период (рисунок 2.22).

Установка проходного датчика ДРТ позволяет определить хищение топлива, совершенное путем подключения к топливной магистрали. В этом случае не наблюдается резкого уменьшения уровня топлива и системы контроля расхода топлива по датчику уровня топлива в баке не позволяют установить наличие слива топлива. СКРТ с проходным датчиком позволяет определить количество действительно потребленного двигателем топлива. Попытки слива топлива, прошедшего через ДРТ (т. е. посчитанного датчиком) обычно выглядят на графиках «СКРТ-Менеджер», как показано на рисунке 2.23.

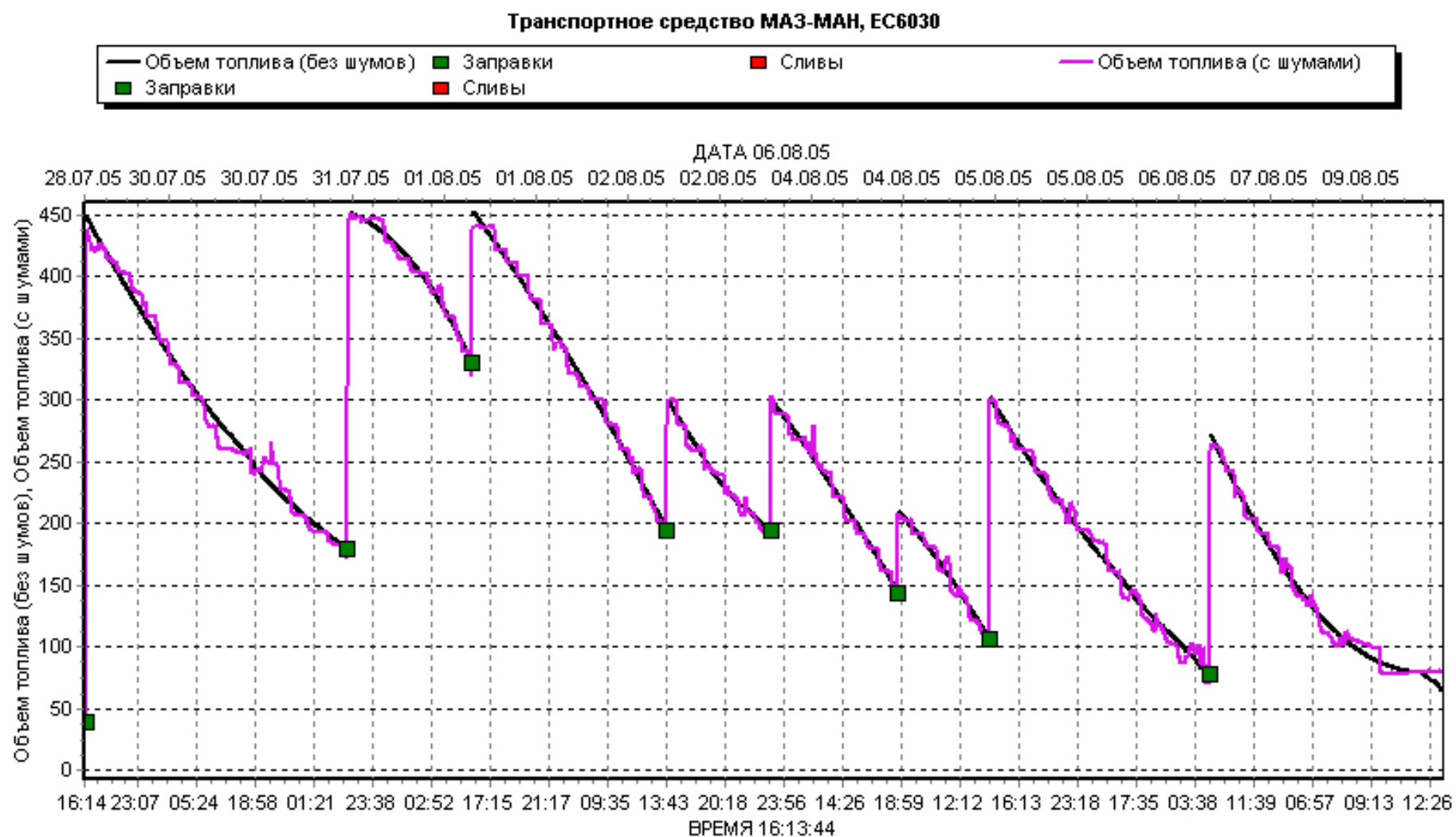


Рисунок 2.20 – Уровень топлива в баке и заправки

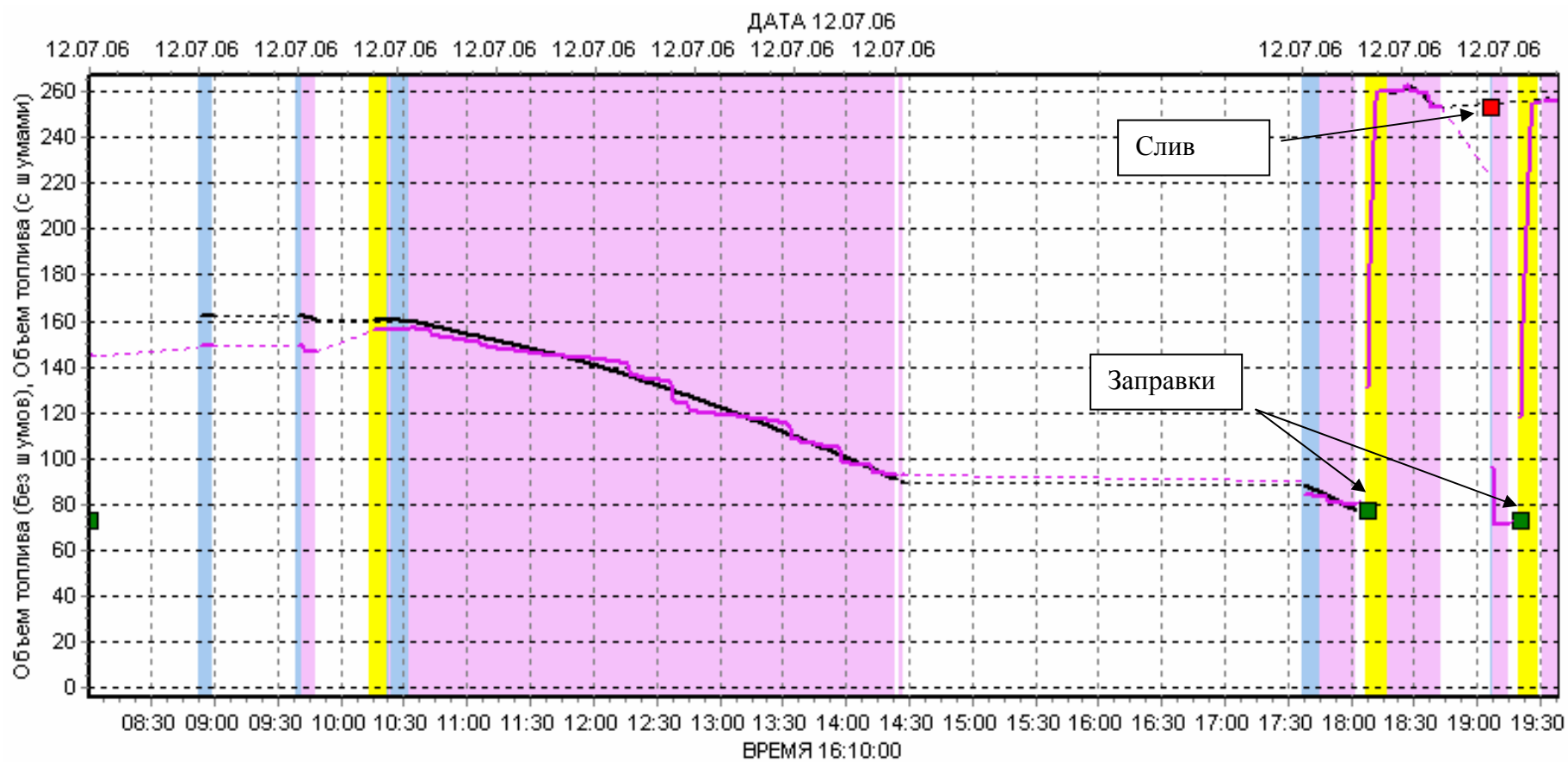


Рисунок 2.21 – Моменты слива и заправки

### Сокращенный отчет за календарный период

Транспортное средство	MAN H 999 ЕК
Начало периода	12.07.06 0:00
Конец периода	12.07.06 23:59
Продолжительность периода	24 ч
Начало работы	12.07.06 8:00
Окончание работы	12.07.06 19:38
Суммарное время работы	6 ч 1 мин
Время работы двигателя	5 ч 32 мин
Время работы ДРТ	
Время движения	5 ч 1 мин
Пройденный путь, км	341,7
Средняя скорость за время движения, км/ч	68
Объем топлива в баках на начало периода, л	72,55
Объем топлива в баках на конец периода, л	255,5
<b>Количество заправок</b>	<b>3</b>
<b>Всего заправлено топлива, л</b>	<b>458</b>
<b>Количество возможных сливов</b>	<b>1</b>
<b>Всего возможно слито топлива, л</b>	<b>181,9</b>
Израсходовано топлива (ДУТ   ДРТ), л	93,15   --
Средний путевой расход топлива за время движения, л/100 км	27,3   --
Средний часовой расход топлива за время простоя, л/ч	0
Средний часовой расход топлива за время движения, л/ч	0
Средний часовой расход топлива за время работы ДРТ, л/ч	--
Средний общий часовой расход топлива (ДУТ   ДРТ), л/ч	16,8   --
Средние обороты двигателя за время движения, об/мин	1453

Рисунок 2.22 – Пример сокращенного отчета за период

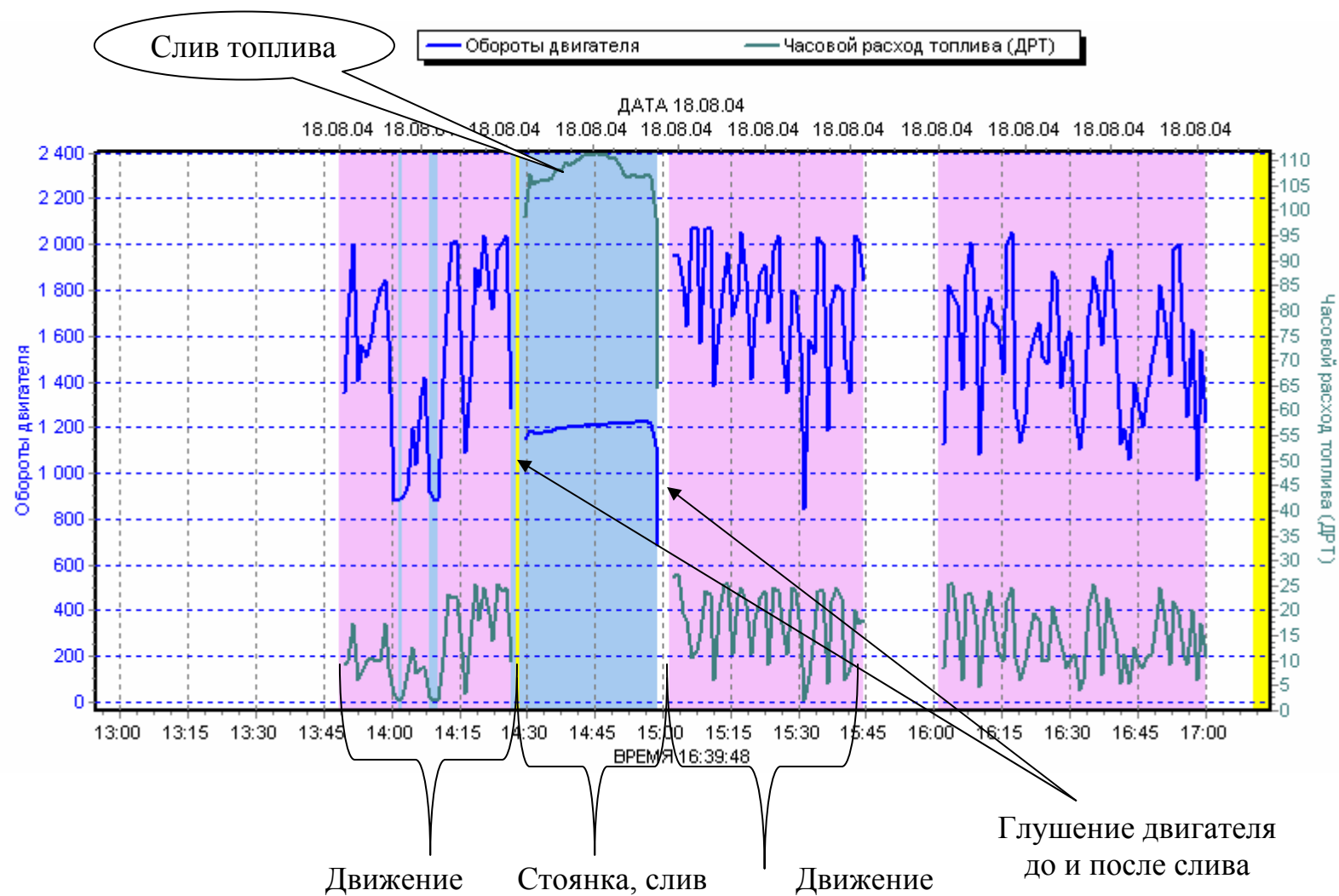


Рисунок 2.23 – Слив на остановленном транспортном средстве на малых оборотах.  
 Двигатель заведен, но между периодами нормальной работы и слива кратковременно заглохнул (выкручивалась пробка ТНВД).  
 Наблюдается несоответствие оборотов двигателя и расхода топлива



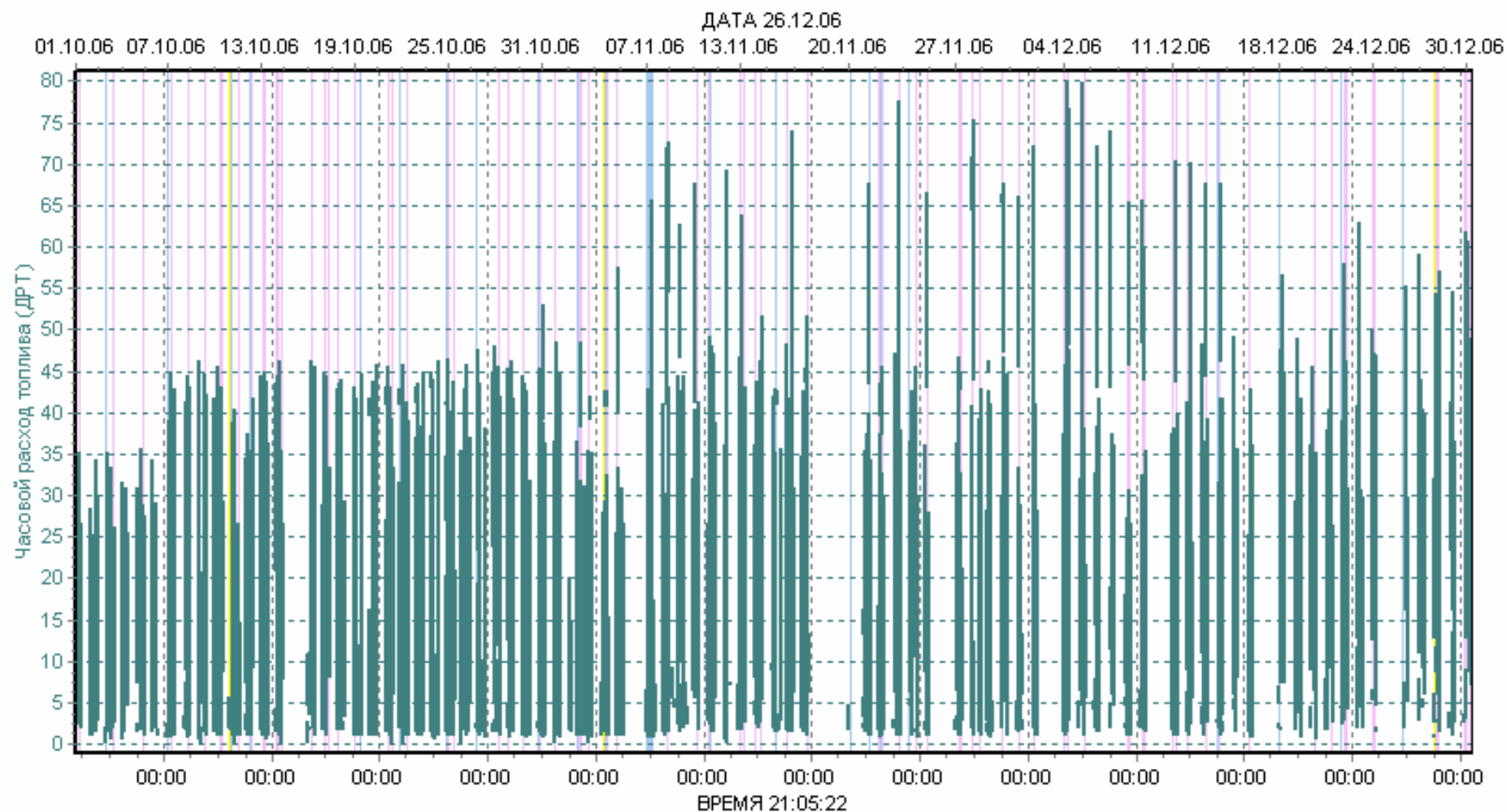


Рисунок 2.24 – Видно, что после 03.11.06 г. водитель начал сливать топливо после ДРТ во время движения, что привело к значительному повышению расхода. До этого часовой расход транспортного средства не превышал 45 л/ч. Однако это не означает, что топливо не сливалось и ранее (см. рисунок 2.25)

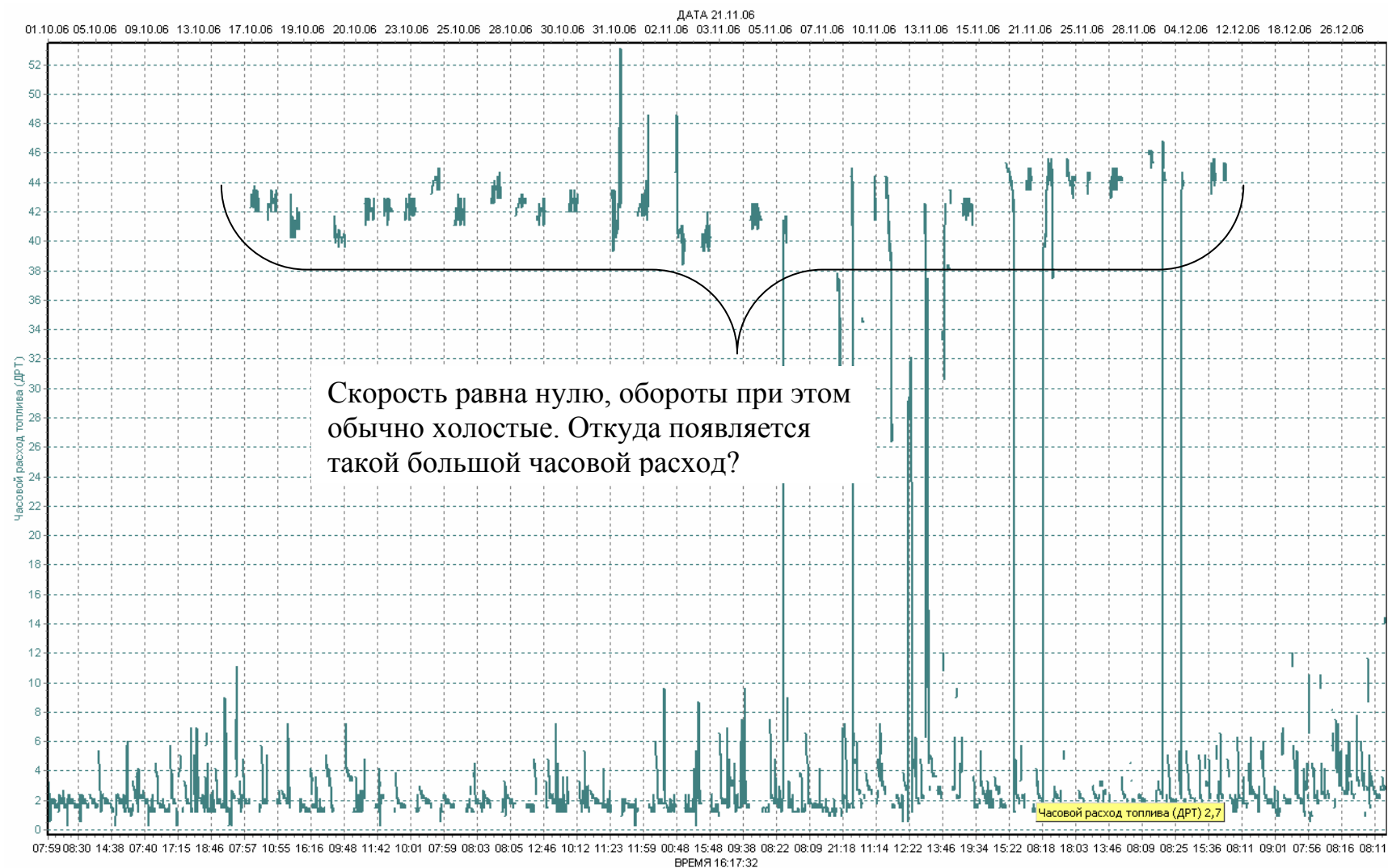


Рисунок 2.25 – Сливы после ДРТ на стоящем транспортном средстве особенно хорошо видны при режиме отображения графиков «Простой». Расход при этом не превышает 40–50 л/ч и не заметен на общем графике (рисунок 2.24)



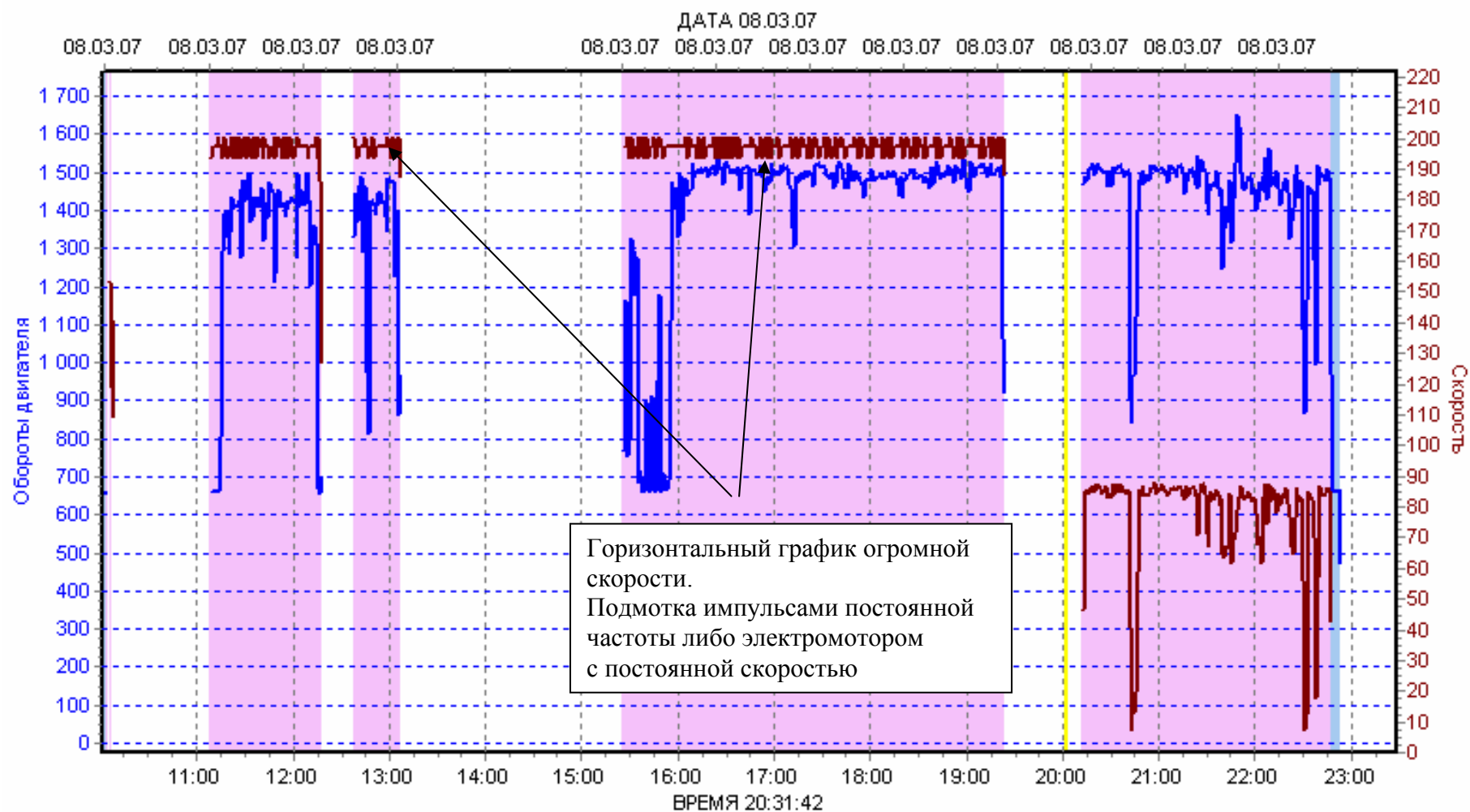


Рисунок 2.27 – Подмотка скорости

СКРТ также позволяет установить факт подмотки спидометра при списывании топлива по пройденному автомобилем километражу. Подмотка обычно выглядит на графике скорости как практически горизонтальная линия, при этом значение скорости нереалистично или не соответствует оборотам (рисунок 2.27).

Терминалы СКРТ с опцией GPS записывают с заданным периодом записи в память регистратора координаты широты и долготы транспортного средства. После считывания данных из терминала с помощью картографического отчета «Растр» возможно установить маршрут транспортного средства за интересующий период (рисунок 2.28). Кроме того, наличие опции GPS в терминале позволяет получить информацию о скорости движения трактора при отсутствии электрического привода спидометра. Скорость, определяемая по координатам GPS, является действительной с учетом буксования колес, в отличие от скорости по спидометру.

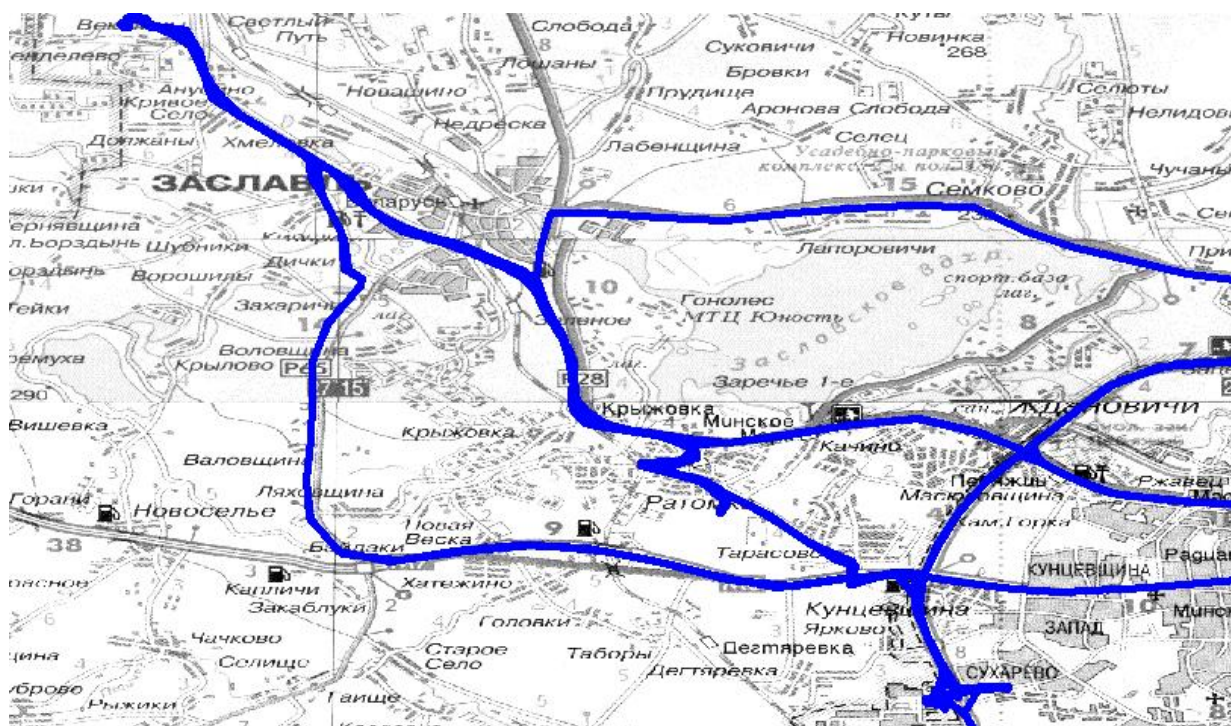


Рисунок 2.28 – Пример отображения пути транспортного средства в картографическом отчете «Растр»

СКРТ широко применяется в народном хозяйстве для учета фактически израсходованного топлива и предотвращений его хищения.

Рекомендуется регулярно фиксировать значения счетчиков с СКРТ и сравнивать их показания. Считывание счетчиков с последующим сбросом можно проводить в конце рабочей смены или дня (для определения сменного или суточного расхода), в конце рейса (если по времени он более суток) или в конце рабочей недели. Желательно, чтобы считывание данных производилось систематически. Это дисциплинирует водителей и позволяет оперативно реагировать на возможные нарушения в использовании транспортного средства или топлива.

Анализ данных на ПК занимает больше времени, но позволяет установить причины возросшего потребления топлива. Поэтому его рекомендуется проводить по прошествии 7–30 дней и при наличии подозрения в хищении топлива, возникшее при сопоставлении величин счетчиков. Однако, при наличии Точки доступа Блютуз, данные автоматически считываются в БД СКРТ, и оперативный анализ параметров движения машины рекомендуется выполнять как можно чаще.

### **3 ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

#### **3.1 Определение топливной экономичности дизельного двигателя Д-240 трактора МТЗ-82**

Одним из основных параметров, которые характеризуют топливную экономичность двигателя, является часовой расход топлива.

Часовой расход топлива двигателя Д-240 определяется с помощью расходомера ДРТ-5 на следующих режимах работы двигателя:

- холостой ход при  $n_{xx} = 2380\text{--}2400 \text{ мин}^{-1}$ ;
- при номинальной нагрузке  $n_n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ;
- при перегрузке  $n_{дв} = 1800 \text{ мин}^{-1}$ ,
- при частоте вращения  $n_{дв} = 1400 \text{ мин}^{-1}$ .

Также определяется общий расход топлива за время проведения опыта.

Нагрузка создается путем дросселирования воздуха на впуске, для чего металлической заслонкой, имеющейся во впускном колене, плавно прикрывают впускную трубу до достижения требуемой частоты вращения коленчатого вала.

Замер топлива осуществляется топливомерами в течение 5 мин (ГОСТ 18509-80 Методы стендовых испытаний. Дизели тракторные и комбайновые).

Порядок выполнения работы:

1. Для определения расхода топлива за период опыта необходимо перед запуском двигателя обнулить счетчики терминала (см. рисунок 2.18);
2. Запустить двигатель и установить требуемую частоту вращения  $n_{\text{дв}}$ ;
3. Выбрать на терминале СКРТ экран с отображением часового расхода топлива (см. рисунок 2.18);
4. Удерживая в течение 5 мин обороты двигателя равными 1400 об/мин, определить часовой расход топлива по показаниям терминала СКРТ;
5. Повторить п. 4 при 1800 об/мин, 2200 об/мин, 2400 об/мин;
6. Определить удельный расход топлива. Мощность двигателя при  $n = n_n$   $G_T = G_T^{\text{min}}$  определяется бестормозным методом («Определение мощностных и топливных показателей тракторных двигателей в эксплуатационных условиях»);
7. Определить общий расход топлива за период опыта, для чего просмотреть значение счетчика «Расход топлива» (см. рисунок 2.19);
8. Результаты замера занести в таблицу по форме таблицы 3.1.

Таблица 3.1

$n_{\text{дв}}, \text{мин}^{-1}$	2400	2200	1800	1400
Часовой расход топлива по терминалу СКРТ $G_T, \text{л/ч}$				
Общий расход топлива за период опыта				

### 3.2 Определение часового расхода топлива двигателем Д-260 трактора Беларус 2522

Выполняется аналогично.

Расход топлива определяется на следующих режимах работы двигателя:

$$n_{\text{хх}} = 2260 \text{ мин}^{-1}; n_1 = 2100 \text{ мин}^{-1};$$
$$n_2 = 1500 \text{ мин}^{-1}; n_3 = 800 \text{ мин}^{-1} \text{ (минимальная}$$

устойчивая частота вращения).

Часовой расход топлива определяется по экрану терминала СКРТ и по отчету программы «СКРТ-Менеджер».

Порядок выполнения работы:

1. Запустить двигатель и установить требуемую частоту вращения  $n_{\text{дв}}$ ;
2. Выбрать на терминале СКРТ экран с отображением часового расхода топлива (см. рисунок 2.18);
3. Удерживая в течение 5 мин обороты двигателя равными 800 об/мин, определить часовой расход топлива по показаниям терминала СКРТ;
4. Повторить п. 4 при 1500 об/мин, 2100 об/мин, 2260 об/мин. Результаты замера занести в таблицу по форме таблицы 3.2;
5. Выключить питание ЭБ не менее чем через 5 мин по окончании опыта;

Таблица 3.2

$n_{\text{дв}}, \text{мин}^{-1}$	800	1500	2100	2260
Часовой расход топлива по терминалу СКРТ $G_T, \text{л/ч}$				
Общий расход топлива за период опыта				



6. Снять электронный блок и отсоединить разъем СКРТ (рисунок 3.1);

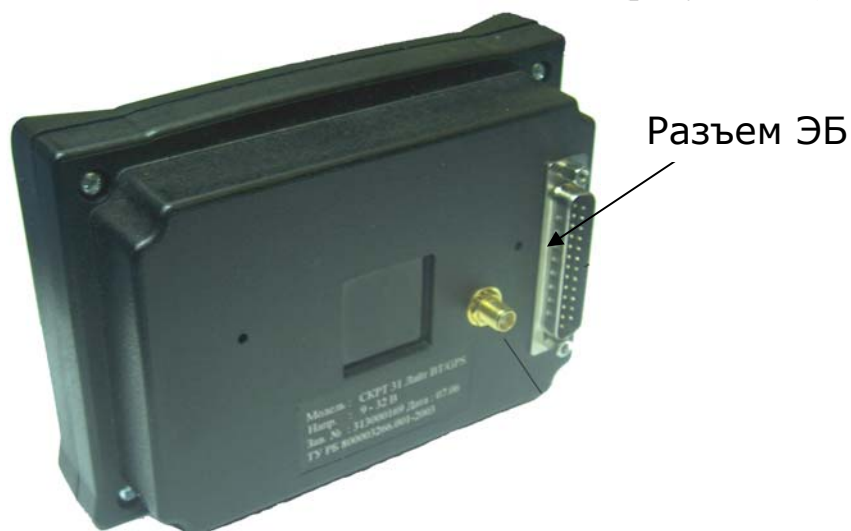


Рисунок 3.1 – Задняя стенка СКРТ 31

7. Подключить сервисный комплект к компьютеру через разъем USB (см. рисунок 3.2.). На корпусе сервисного комплекта должен загореться зеленый индикатор;



Рисунок 3.2 – Сервисный комплект

8. Подключить сервисный комплект к электронному блоку. Блок должен включиться и отреагировать звуковым сигналом;
9. Запустить программу «СКРТ-Менеджер», после установки она обычно расположена на рабочем столе и имеет такую иконку:



10. В процессе загрузки «СКРТ-Менеджер» спросит пользователя о правах на вход в программу (рисунок 3.3).

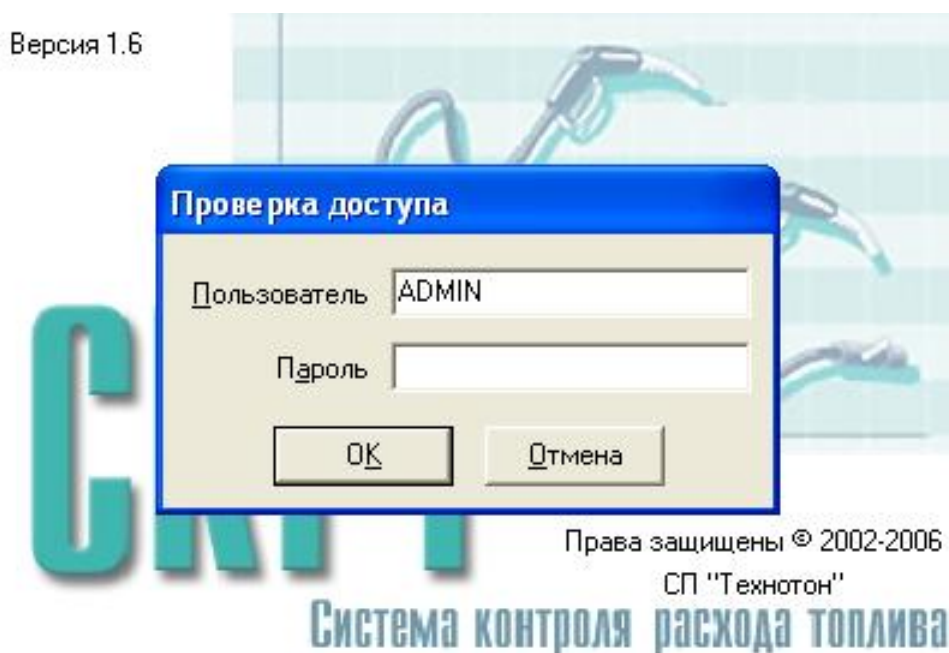


Рисунок 3.3 – Вход в «СКРТ-Менеджер»

11. Удалить имя пользователя «**USER**» и введите имя пользователя «**ADMIN**», пароль вводить не надо. Нажать клавишу «**ОК**»;
12. После загрузки «СКРТ-Менеджер» открывается страница «Менеджера отчетов» (рисунок 3.4). В главном меню выберите группу «**Данные**» и укажите пункт «**Импорт данных**»;

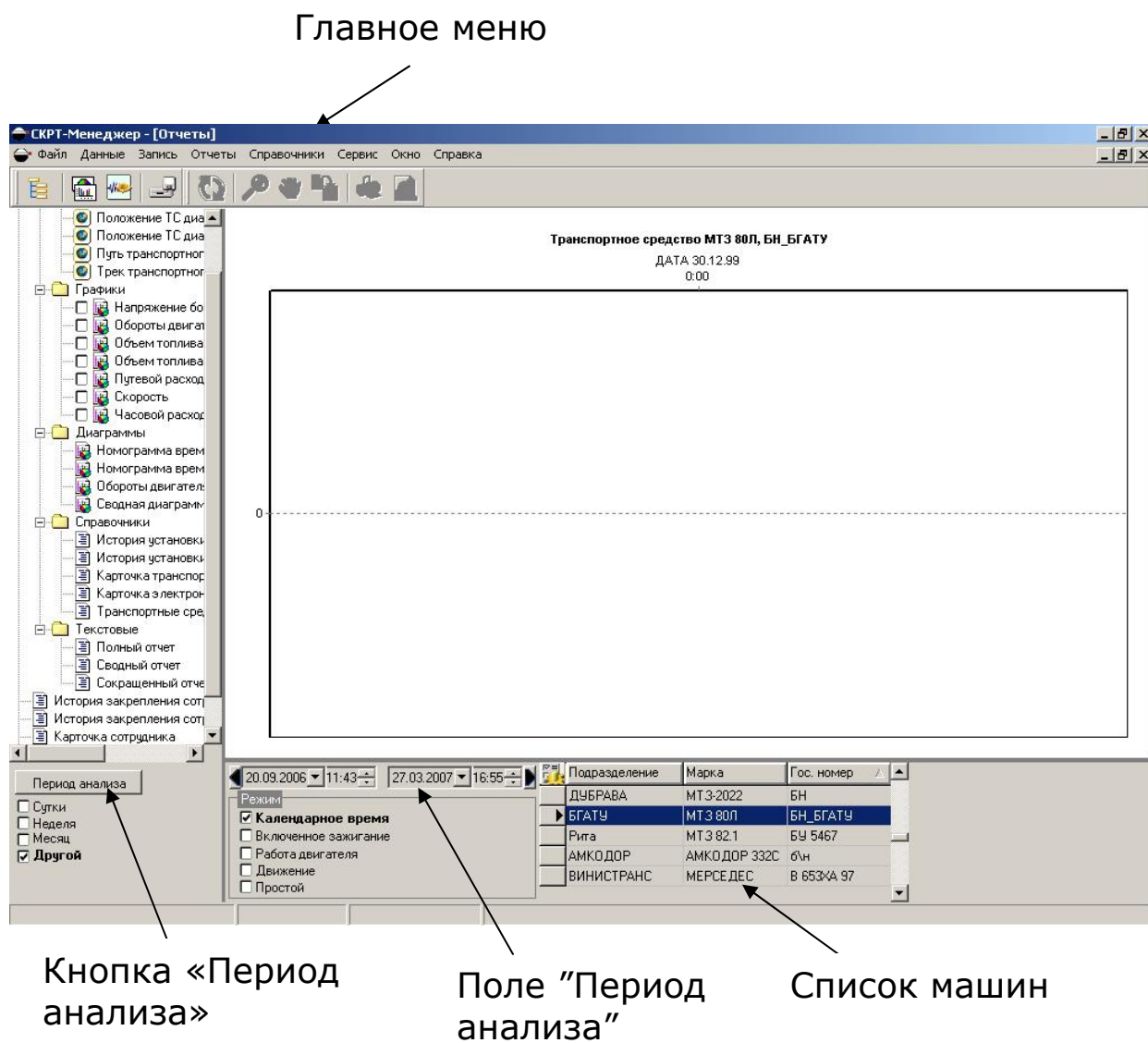


Рисунок 3.4 – Окно отчетов

13. Программа автоматически определит наличие подключенного блока и начнет считывание данных (рисунок 3.5);

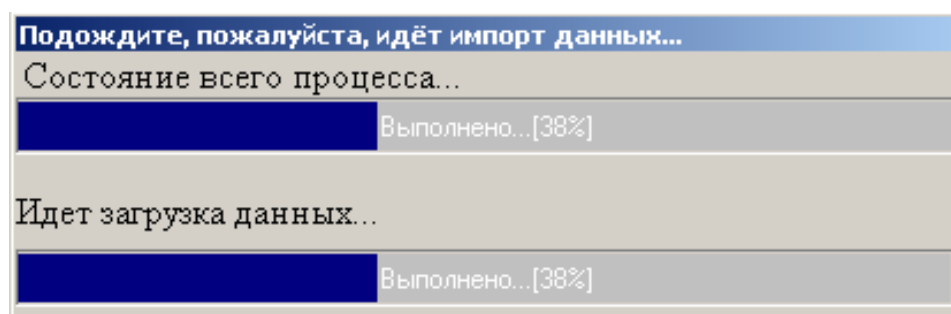


Рисунок 3.5 – Считывание данных

После завершения считывания появится окно (рисунок 3.6). Нажмите кнопку **«Выход»**;

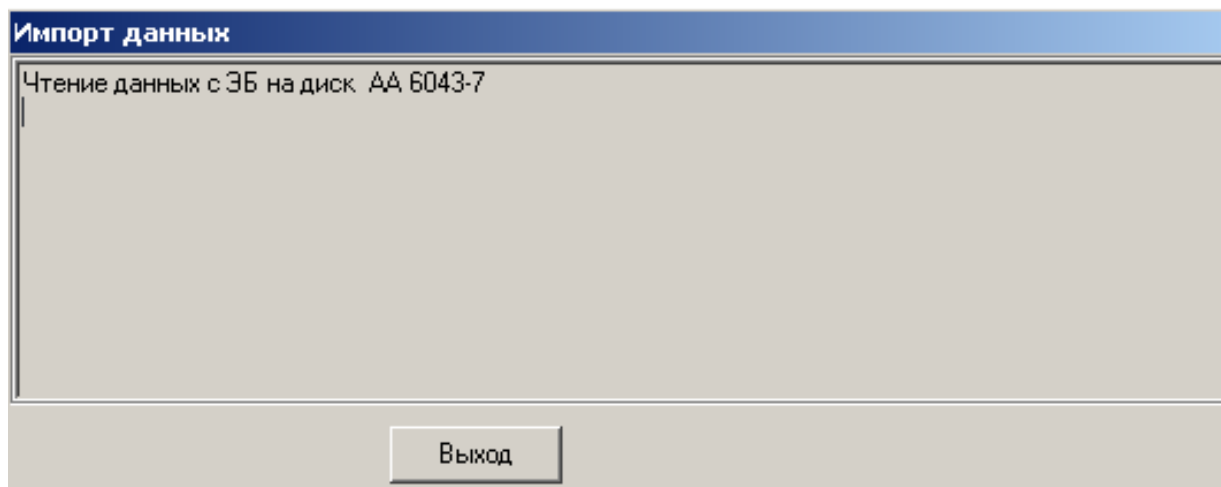


Рисунок 3.6 – Сообщение об окончании считывания

14. Выбрать в списке машин интересующую, наведя на нее синий маркер;
15. Нажать кнопку **«Период анализа»** в левой части экрана. Появится окно **«Выбор периода времени»**. Каждое считывание данных создает новый период в базе данных. Выберите период, соответствующий лабораторной работе, как показано на рисунке 3.7. Нажмите кнопку **«Установить период»**.

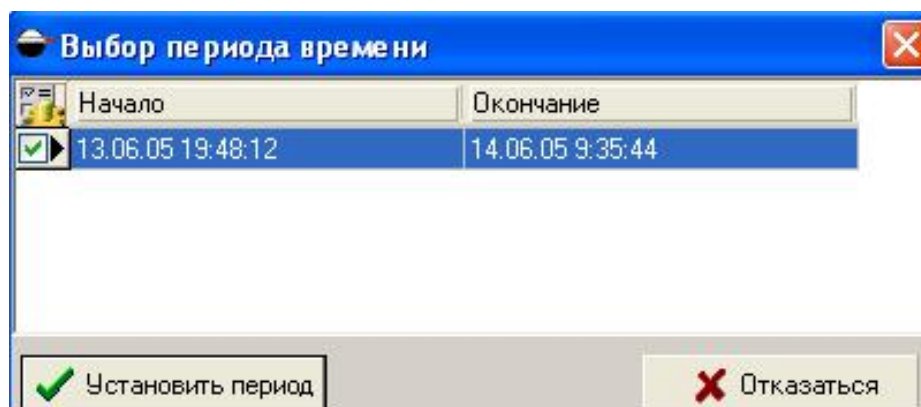


Рисунок 3.7 – Установка периода времени

В поле периода анализа (рисунок 3.8) будут установлены границы времени, соответствующие начальному и конечному из отмеченных периодов;



Рисунок 3.8 – Области отчетов и ввода периода анализа

16. Отметить график «**Часовой расход топлива (ДРТ)**» (рисунок 3.9). После этого необходимо нажать кнопку «**Обновить**» в главном меню (рисунок 3.10).

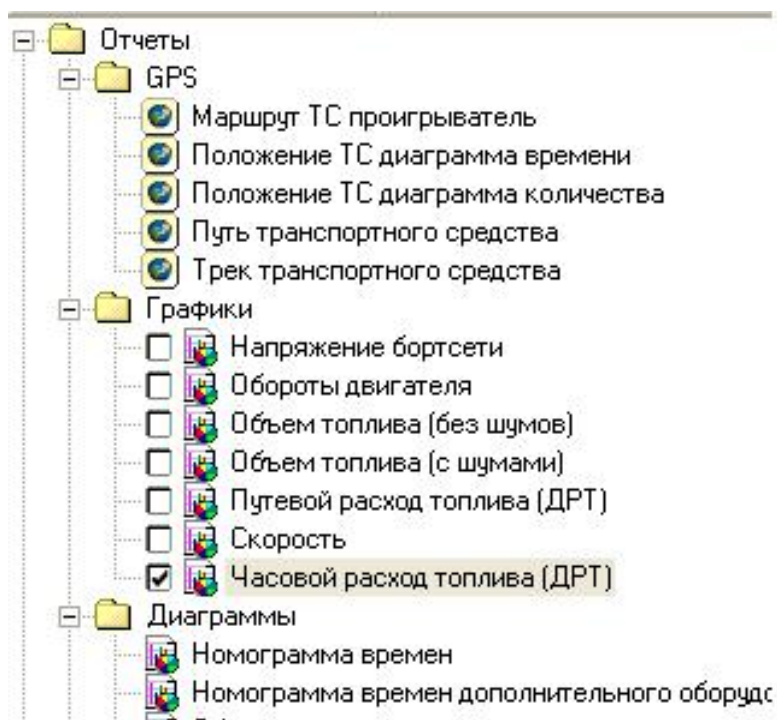


Рисунок 3.9 – Выбор графика для отображения

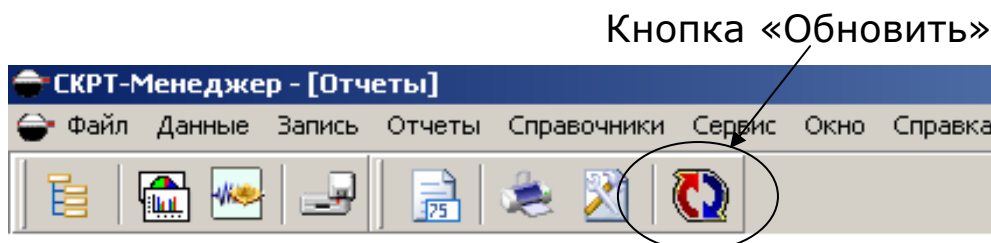


Рисунок 3.10 – Кнопка «Обновить»

На экране появится окно с сообщением (рисунок 3.11). Через некоторое время появится и график часового расхода топлива через ДРТ за все время проведения опытов (рисунок 3.12);

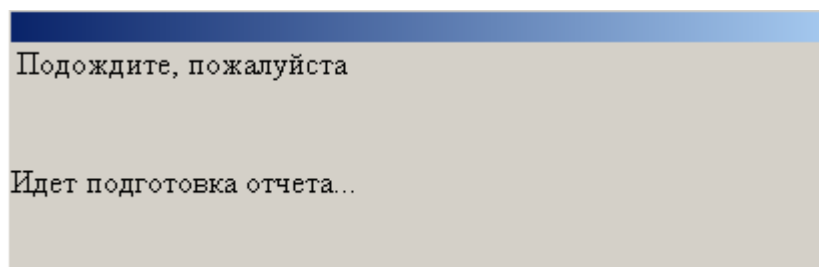


Рисунок 3.11 – Окно сообщений



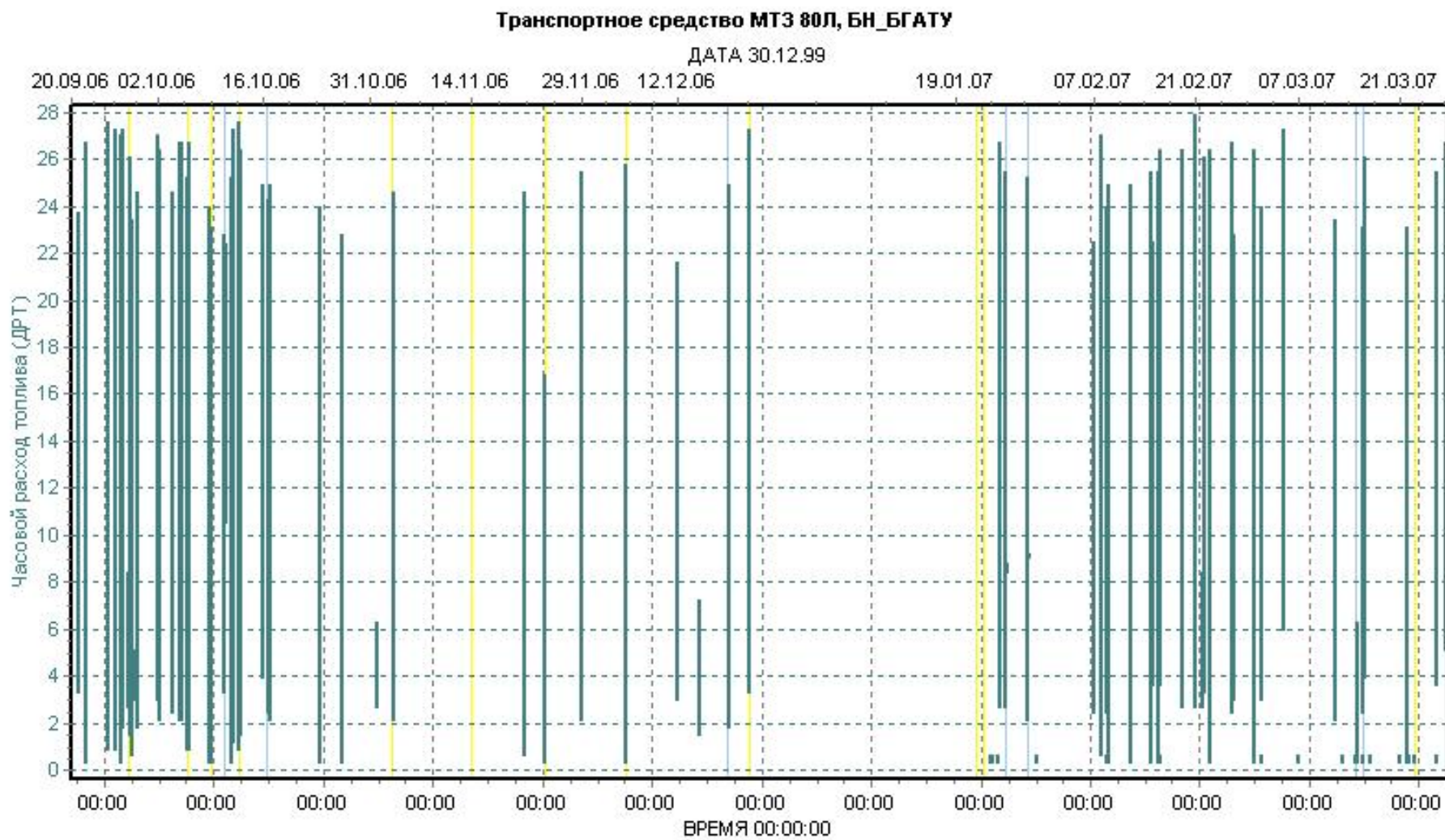
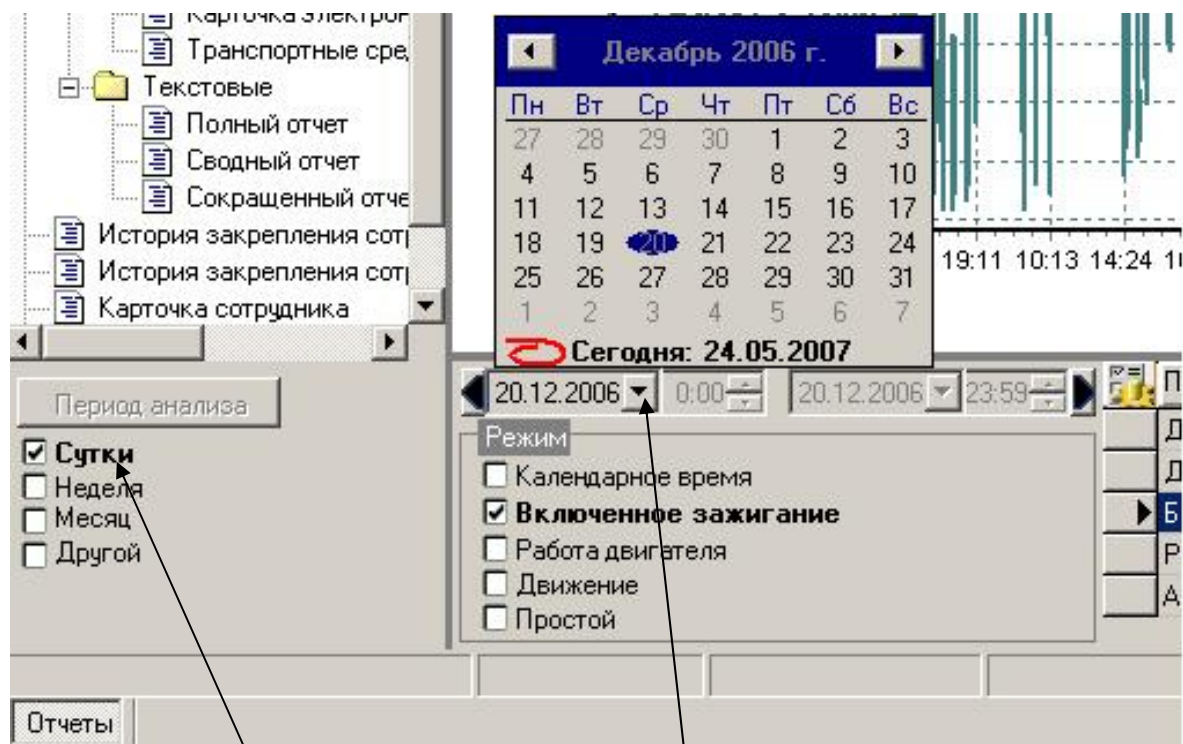


Рисунок 3.12 – График часового расхода топлива

17. Указать вариант периода анализа – «Сутки» и выбрать дату проведения лабораторной работы в календаре, как показано на рисунке 3.13.



Выбрать период анализа «Сутки»

Нажать на стрелку справа от даты и в появившемся календаре выбрать дату лабораторной работы

Рисунок 3.13 – Выбор интересующей даты для анализа

Снова нажать кнопку «Обновить». На дисплее отобразится график часового расхода топлива на дату проведения лабораторной работы (рисунок 3.14);



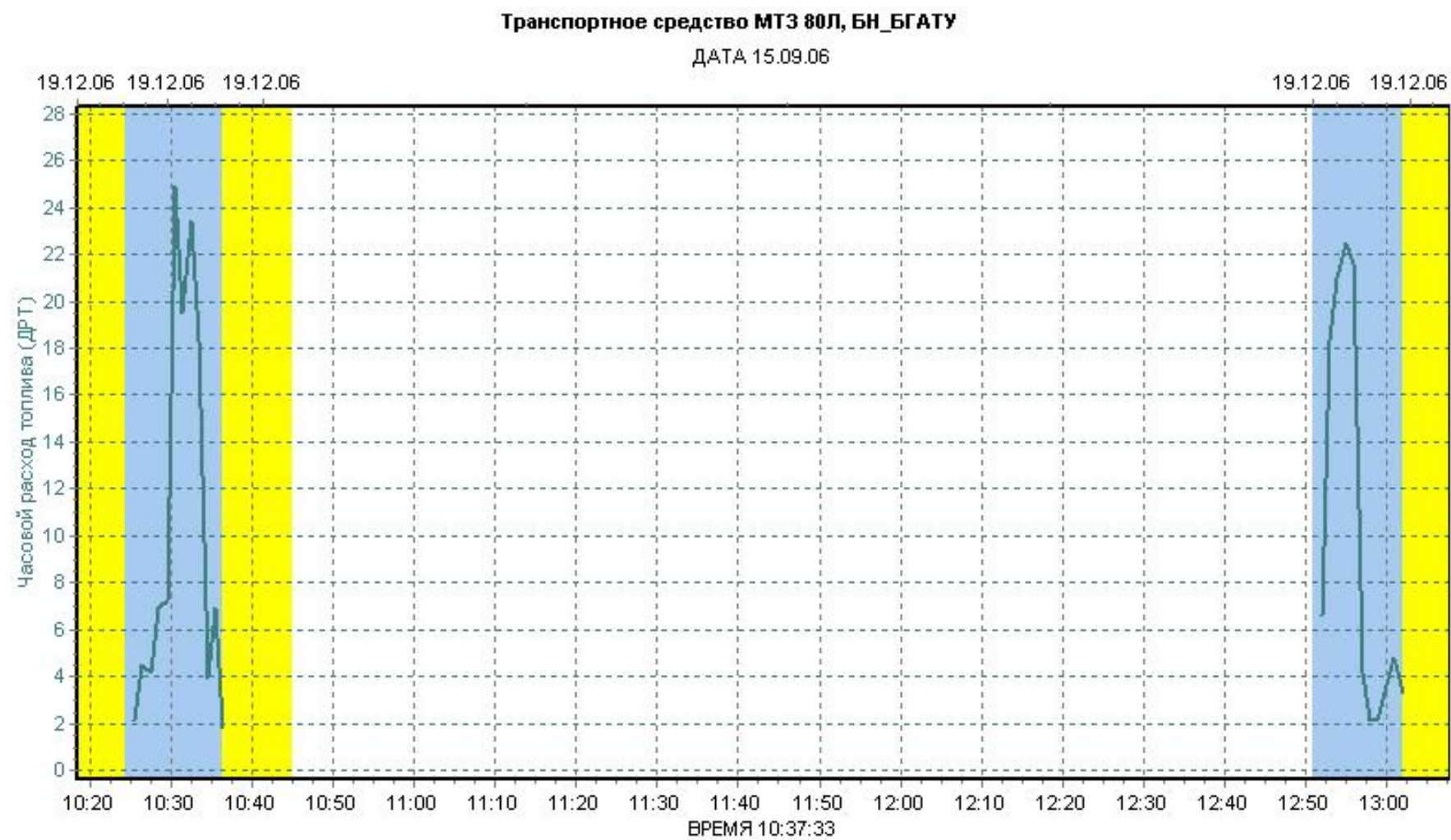


Рисунок 3.14 – График часового расхода топлива

18. Нажать кнопку «**Масштаб**» и выделить область, соответствующую первой частоте вращения (рисунок 3.15). Область графика будет увеличена (рисунок 3.16);

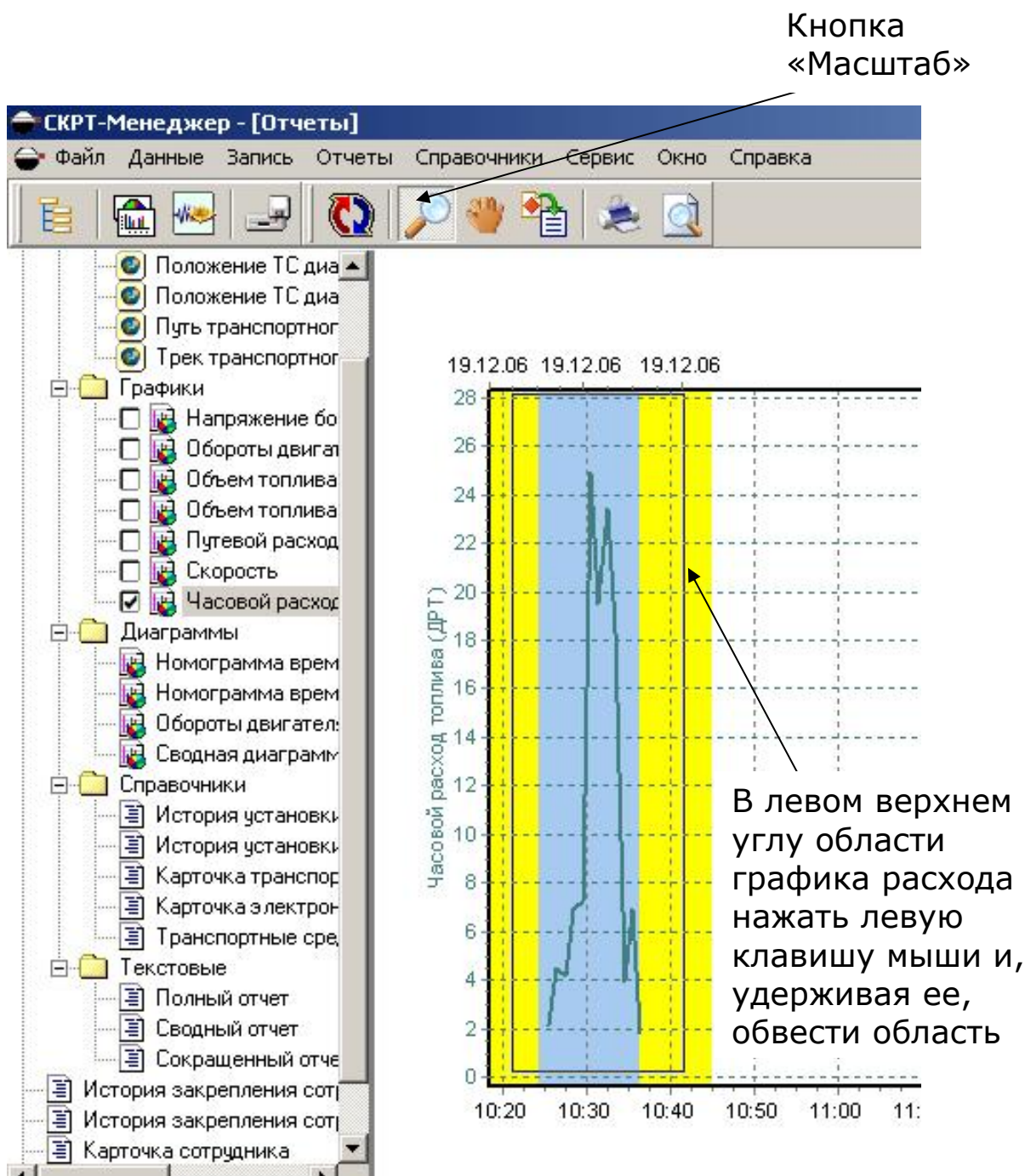


Рисунок 3.15 – График расхода топлива

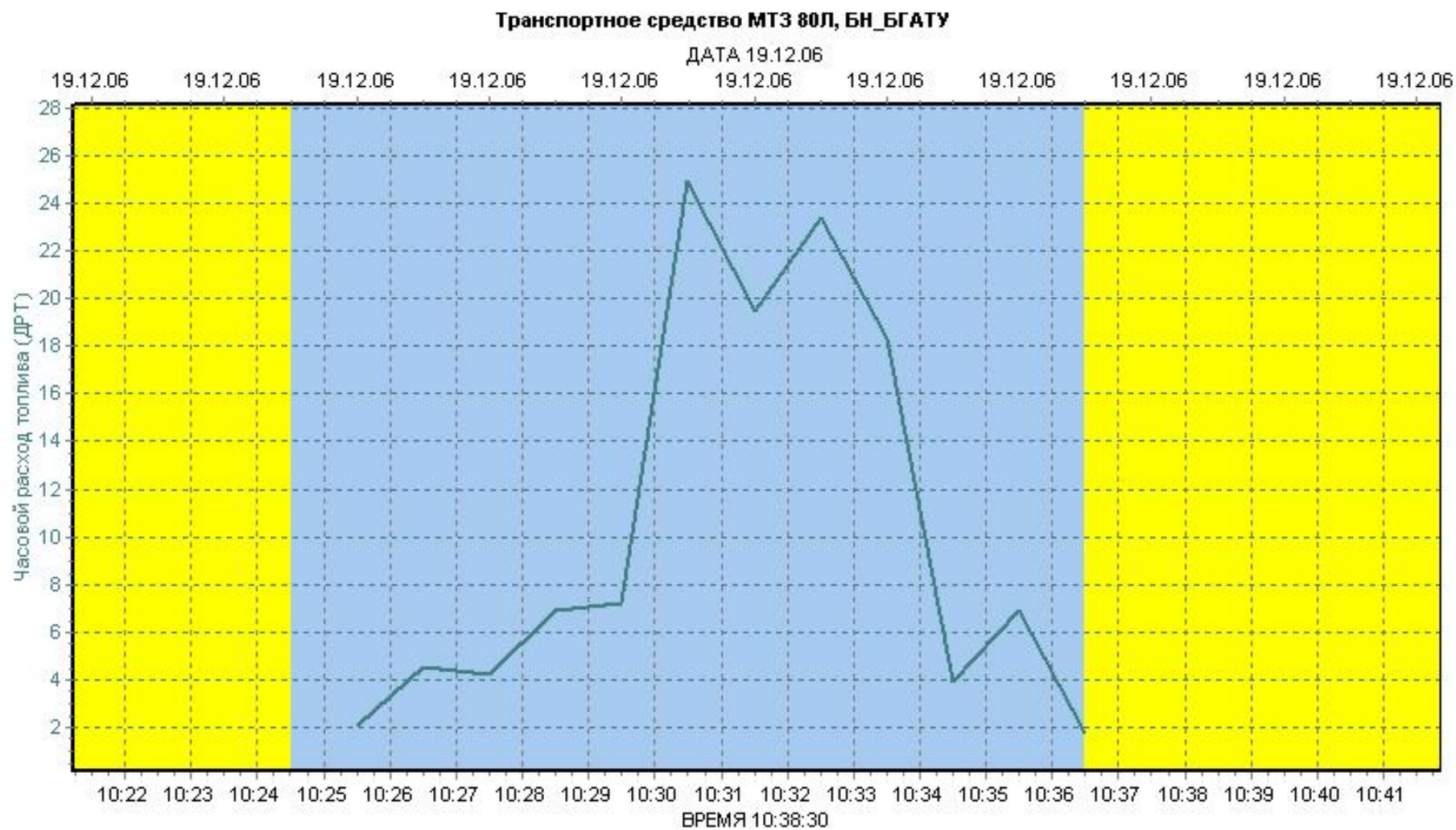


Рисунок 3.16 – График часового расхода топлива трактора двигателя трактора МТЗ-80

19. В меню отчетов отметить «Сокращенный отчет» и нажать «Обновить».

На дисплее отобразится отчет о работе трактора за выбранный период лабораторной работы (рисунок 3.17), содержащий искомый расход топлива через ДРТ (общий расход топлива). Полученные данные занести в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты испытаний

$n_{\text{дв}}, \text{мин}^{-1}$	2400	2200	1800	1400
Часовой расход $G_T$ топлива по терминалу СКРТ, л/ч				
Общий расход топлива по отчету «СКРТ-Менеджер», л/ч				

## **4 ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ**

Полевые испытания машинно-тракторных агрегатов проводятся в соответствии с ГОСТ 7057–81 «Методы испытаний. Тракторы сельскохозяйственные» (М., 1981).

Целью настоящих испытаний является определение часового расхода топлива, загрузки двигателя и производительности машинно-тракторных агрегатов (пахотного и культиваторного).

### **4.1 Испытание пахотного агрегата (МТЗ-82+ПН-3-35)**

Перед началом работы проверить техническое состояние трактора и плуга.

Запрещается работать на тракторе:

- а) при неисправностях управления и ходовой части;
- б) при неисправной муфте сцепления;
- в) при отсутствии или неисправности тормозов;
- г) при неисправной системе питания (при наличии подтекания топлива);
- д) при неисправном навесном устройстве.

Запрещается:

- а) заводить двигатель, если рычаг переключения передач не поставлен в нейтральное положение;
- б) допускать к управлению трактором и запуску двигателя посторонних лиц;
- в) при заводке пускового двигателя (при отсутствии стартерного пуска) наматывать шнур на руку.

Ограничить ход поршня подвижным упором клапана гидромеханического регулирования до 100–150 мм при работе с ПКС-3-35 и до 200 мм при работе с ПН-3-35.

Тракторист должен следить за безопасностью лиц, производящих прицепку (отцепку) плуга. Подъезд трактора к плугу должен быть на малом скоростном режиме работы двигателя и без рывков.

При трогании с места и при остановке трактора тракторист должен давать предупреждающий сигнал участникам испытаний.

Поворот агрегата осуществлять с выключенными рабочими органами. Студенты, участвующие в проведении испытаний, должны находиться на рабочих местах согласно методике испытаний.

Таблица 4.1 – Рабочие места и исполнители

№ п/п	Этапы работы	Наименование рабочих мест	Число исполнителей, чел.
1	Подготовка к испытаниям	Установка показателей характеристики участка и запись данных в протокол	2
2		Подготовка участка к проведению испытаний	2
3		Подготовка агрегата к проведению испытаний	2
4	Проведение испытаний	Наблюдение за работой приборов	1
5		Замер глубины вспашки и ширины захвата агрегата	2*
6		Наблюдение за работой плуга и соблюдение правил техники безопасности	1
7		Тракторист	1
8		Обработка опытных данных	3
*Это звено (2 чел.) выполняет и работу на рабочем месте № 1 (установка показателей и характеристики участков).			

## 4.2 Выбор участка

Испытания проводятся на учебном полигоне БГАТУ. Перед началом испытаний определить тип почвы простейшим методом (визуально) с последующим уточнением по результатам испытаний, пользуясь рекомендациями, изложенными ниже.

Влажность должна составлять 20–22 % и определяется согласно [3].



Таблица 4.2. – Характеристика почвы

Тип почвы	Примерный диапазон изменения удельного сопротивления, кН/м <sup>2</sup>
Песчаная	32–36
Супесчаная	38–42
Легкий суглинок	43–45
Средний суглинок	46–50
Тяжелый суглинок	53–58

На участке (рисунок 4.1) отбить рабочий загон, поворотные полосы и нарезать первые овалы борозды. Вспашку контрольных борозд и свальных гребней можно выполнить одним из двух способов: отпашка за три прохода (рисунок 4.2) и вспашка вразвал за четыре прохода (рисунок 4.3).

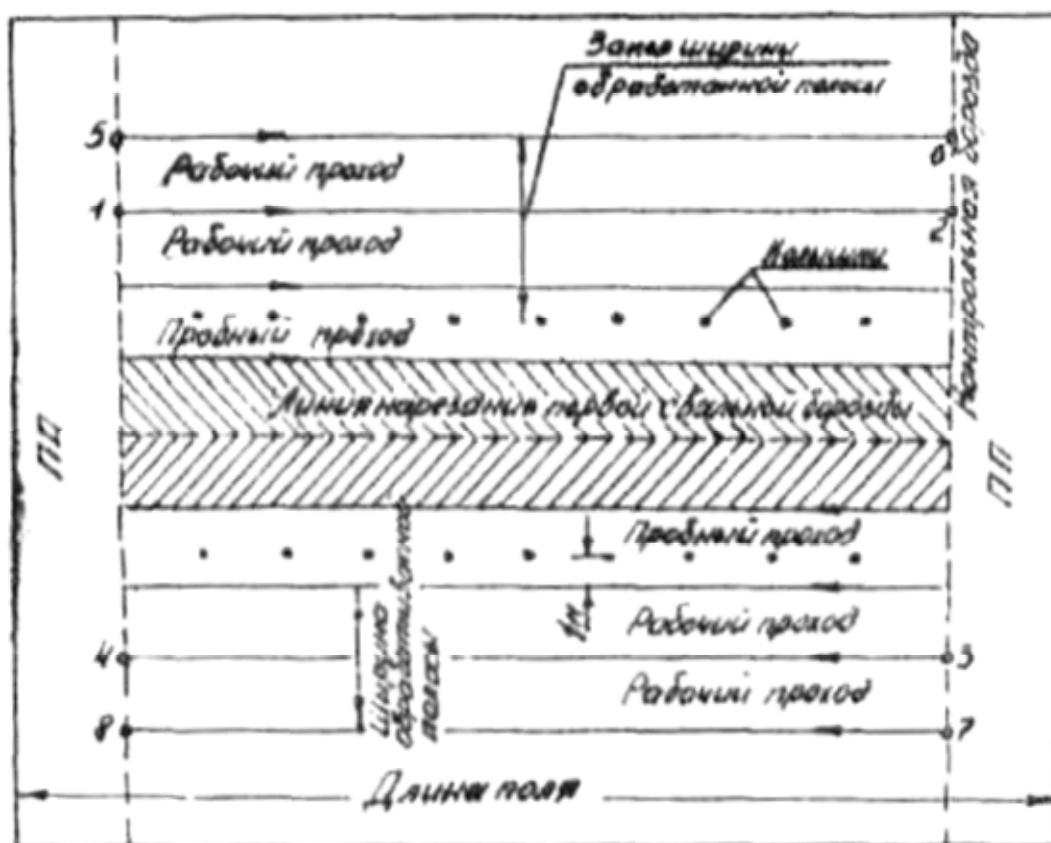


Рисунок 4.1 – Схема разметки участка и проведения опытов

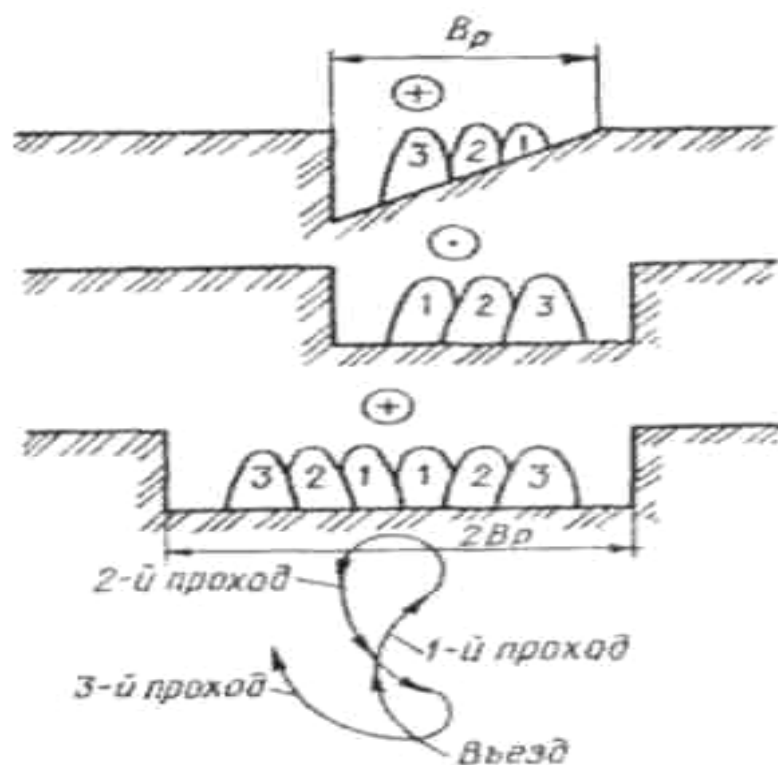


Рисунок 4.2 – Схема образования свального гребня способом отпашки (за три прохода)

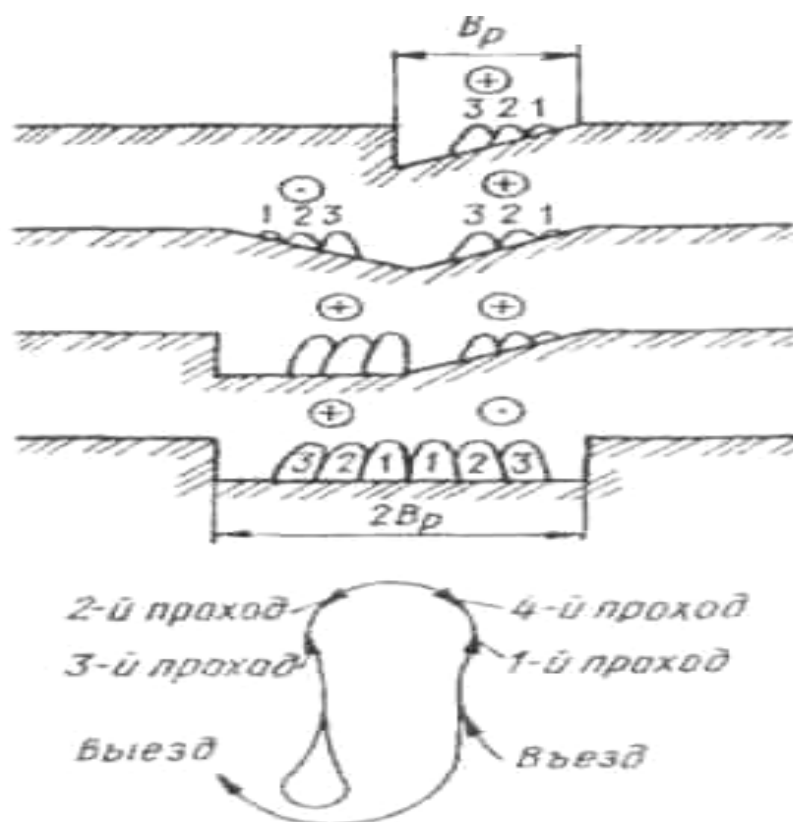


Рисунок 4.3 – Схема образования свального гребня способом «вразвал» (за четыре прохода)



**Отпашка за три прохода** (рисунок 4.2.). Для первого прохода плуг установить так, чтобы первый его корпус скользил по поверхности поля, а последний пахал на заданную глубину. При втором проходе плуг должен пахать всеми корпусами на полную глубину. Трактор вести по полосе, спашанной за первый проход, смещая плуг на один корпус в сторону поля, чтобы частично засыпать открытую при первом проходе борозду. Третий проход выполнить как при обычной пахоте.

Общая ширина обработанной полосы после трёх проходов должна быть не более 2,5 м при ширине захвата плуга 105 см.

**Вспашка вразвал за четыре прохода** (рисунок 4.3). Прокладывают разваленную борозду за два прохода. Для первого прохода плуг отрегулировать так, чтобы первый корпус скользил по поверхности почвы, а последний вспахивал борозду глубиной 10–12 см. При втором проходе трактор вести левыми колёсами по открытой борозде первого прохода.

Правым раскосом механизма навески трактора раму плуга устанавливают в горизонтальное положение. Опорным колесом отрегулировать глубину пахоты так, чтобы задний корпус плуга пахал на 3–4 см глубже, чем при первом проходе.

Параллельно с тяговым испытанием агрегата замеряется твердость почвы, глубина и ширина вспашки через каждые 10 м. Рабочая ширина захвата определяется путем измерения расстояния между колышками и стенкой борозды до и после прохода агрегата. Результаты замера занести в протокол испытаний (таблица 5.4). Опыты выполняются на III, IV и V передачах трактора МТЗ-82 с плугом ПН-3-35.

Затем плуг установить на полную глубину пахоты всеми корпусами и выполнить третий и четвертый проходы. Агрегат вести как при обычной пахоте.

Общая ширина обработанной полосы после четырех проходов должна быть не более 2,9 м при ширине захвата плуга 105 см.

По результатам визуальных наблюдений установить характеристику агрофона и растительного покрова участка с указанием предшественника. Определить визуально степень засорённости поля камнями. Замерить твердость почвы с помощью прибора ППИ конструкции ВИСХОМ на глубине пахотного горизонта (двенадцатикратной повторностью по двум диагоналям опытной деланки).

### 4.3 Проведение испытаний

Испытания начинаются по сигналу в момент прохода указателя начала опыта (выхлопной трубы трактора) к контрольной линии опытной деланки, отмеченной вешками.

Глубина вспашки должна быть 20–22 см. Для исключения влияния угла наклона местности на тяговую характеристику агрегата динамометрирование плуга должно проводиться на протяжении гона (длиной не менее 100 м) при четном числе проходов (туда и обратно).

Глубина пахоты, м,

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} h_i}{n},$$

где  $h_{\text{ср}}$  – средняя глубина пахоты на зачетной деланке (загоне);

$h_i$  – измерение значения глубины пахоты в контрольных точках (точках замера) по длине зачётного загона;

$n$  – число замеров глубины.

Ширина захвата плуга, м,

$$b_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} b_i}{n},$$

где  $b_i$  – значение ширины захвата по месту замера;

$n$  – число замеров ширины захвата.

Для определения  $b_i$  на зачетных участках в сторону не паханого поля на расстоянии 2 м от стенки борозды устанавливается контрольный колышек. Ширина захвата  $B_i$  определяется как равенство:  $b_i = 2 - b_{\text{ост}}$ , где  $b_{\text{ост}}$  – расстояние от стенки борозды после прохода агрегата и контрольным колышком.

#### 4.4 Анализ и обработка опытных данных

1. Снять электронный блок и отсоединить разъем СКРТ (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Задняя стенка СКРТ 31

2. Подключить сервисный комплект к компьютеру через разъем USB (см. рисунок 4.4). На корпусе сервисного комплекта должен загореться зеленый индикатор.

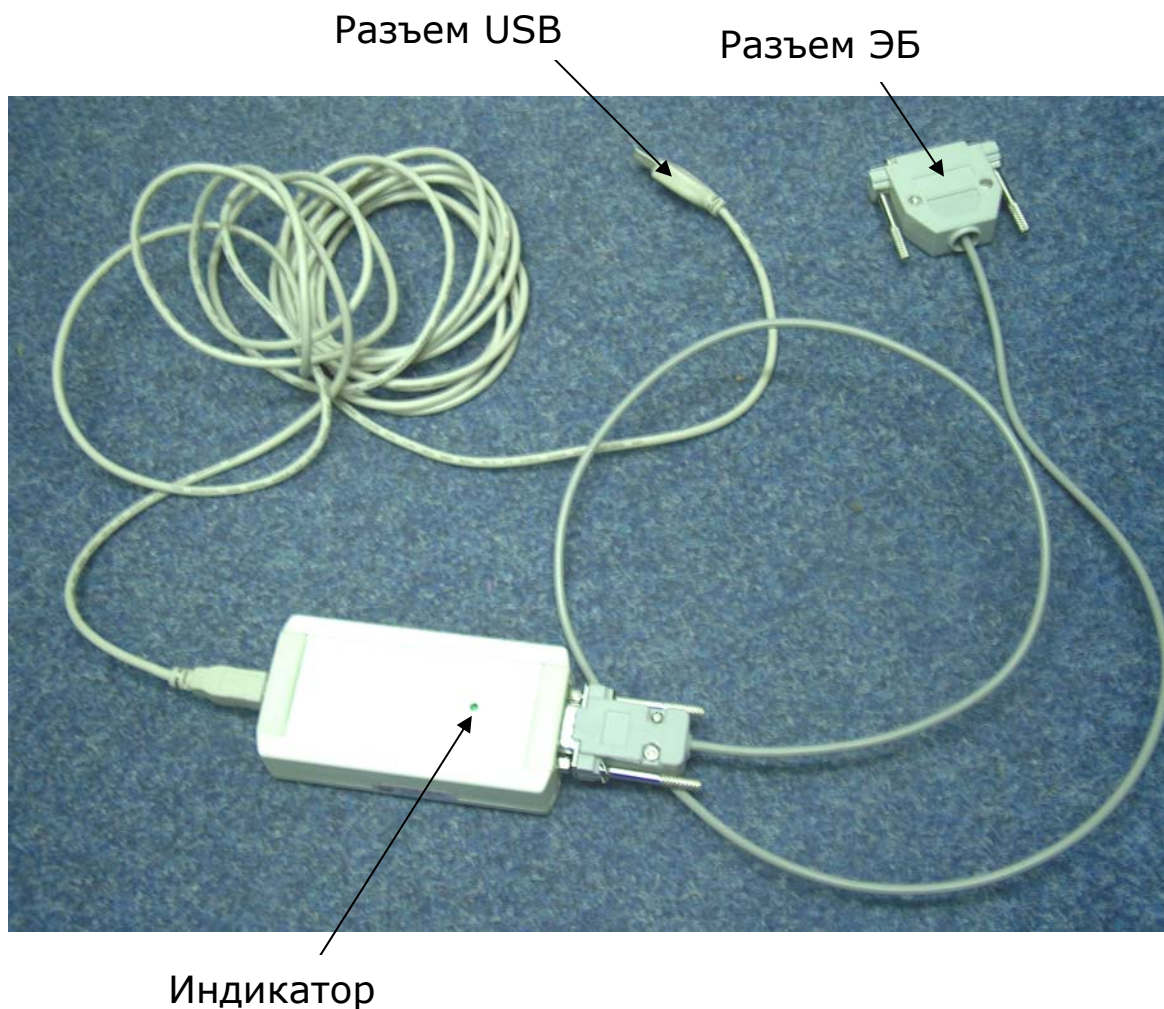


Рисунок 4.4 – Сервисный комплект

3. Подключить сервисный комплект к электронному блоку. Блок должен включиться и отреагировать звуковым сигналом.

4. Запустить программу «СКРТ-Менеджер», после установки она обычно расположена на рабочем столе и имеет такую иконку:



5. В процессе загрузки «СКРТ-Менеджер» спросит пользователя о правах на вход в программу (рисунок 4.5).

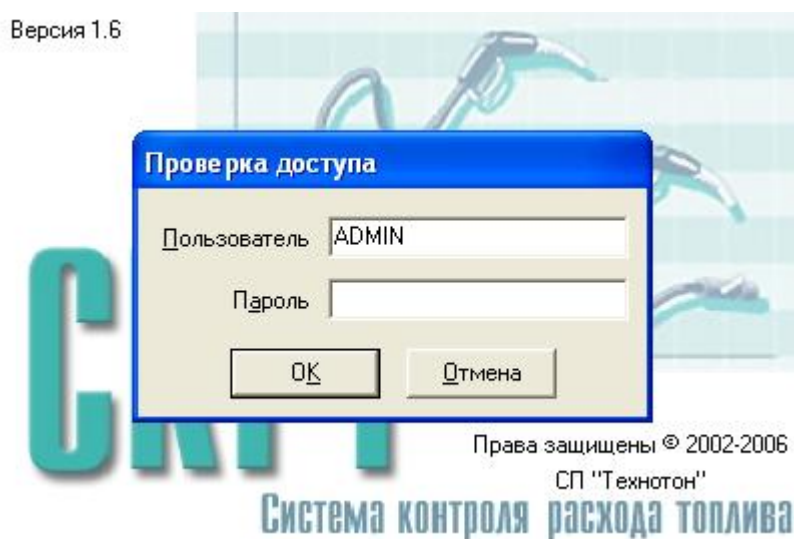


Рисунок 4.5 – Вход в «СКРТ-Менеджер»

6. Удалить имя пользователя «**USER**» и ввести имя пользователя «**ADMIN**», пароль вводить не надо. Нажать клавишу «**ОК**».

7. После загрузки «СКРТ-Менеджер» открывается страница отчетов (рисунок 4.6). В главном меню выберите группу «**Данные**» и укажите пункт «**Импорт данных**».

8. Программа автоматически определит наличие подключенного блока и начнет считывание данных (рисунок 4.7).

После завершения считывания появится окно (рисунок 4.8). Нажмите кнопку «**Выход**».

9. Выбрать в списке машин интересующую, наведя на нее синий маркер.

10. Нажать кнопку «**Период анализа**» в левой части экрана. Появится окно «**Выбор периода времени**». Каждое считывание данных создает новый период в базе данных. Выберите период, соответствующий лабораторной работе, как показано на рисунке 4.9. Нажмите кнопку «**Установить период**».

В поле периода анализа (рисунок 4.10) будут установлены границы периодов, соответствующие начальному и конечному времени.

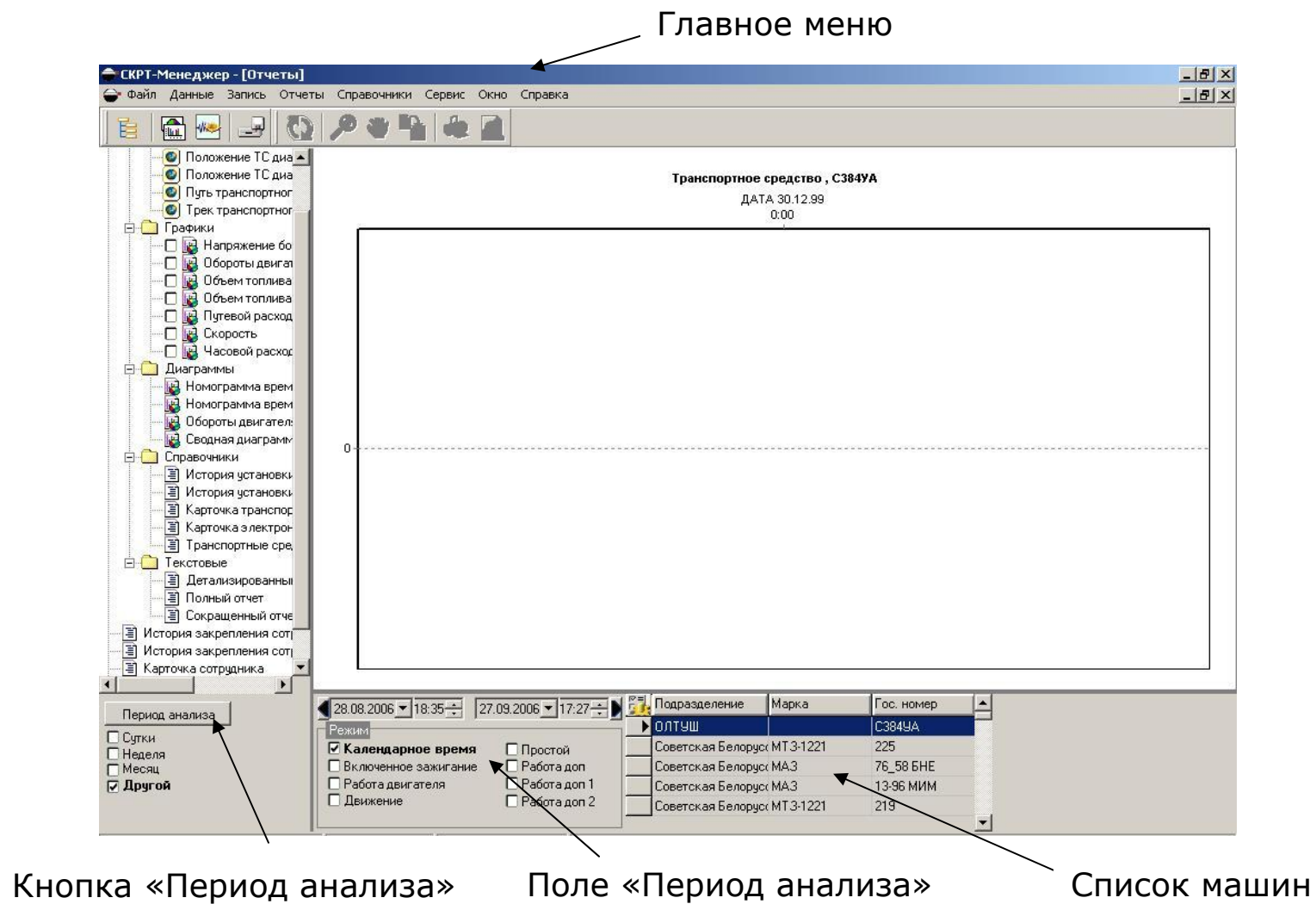


Рисунок 4.6 – Окно отчетов

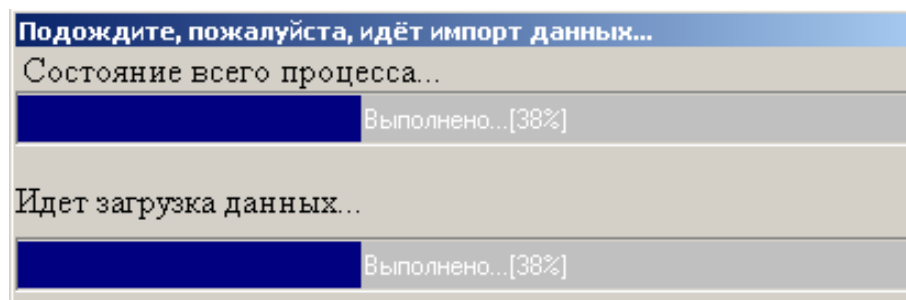


Рисунок 4.7 – Считывание данных

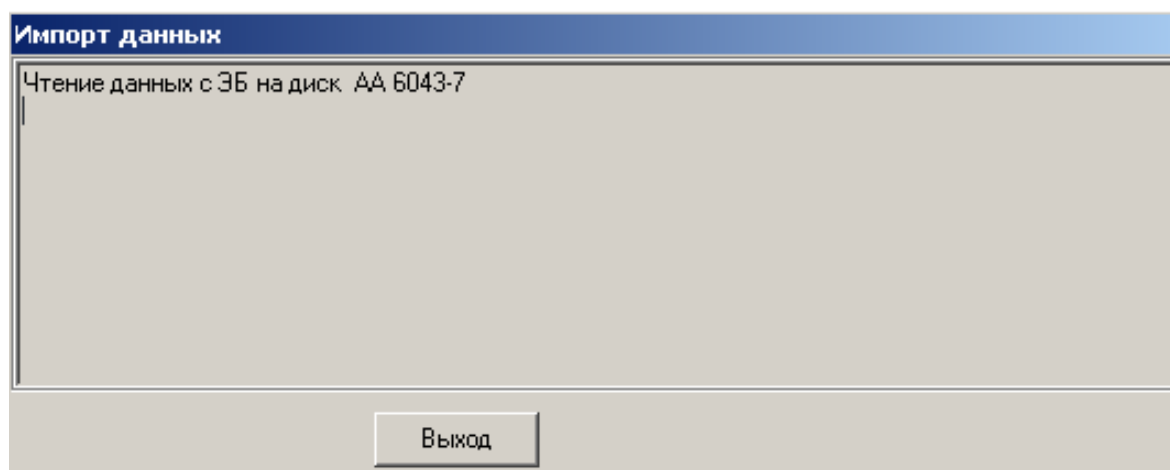


Рисунок 4.8 – Сообщение об окончании считывания

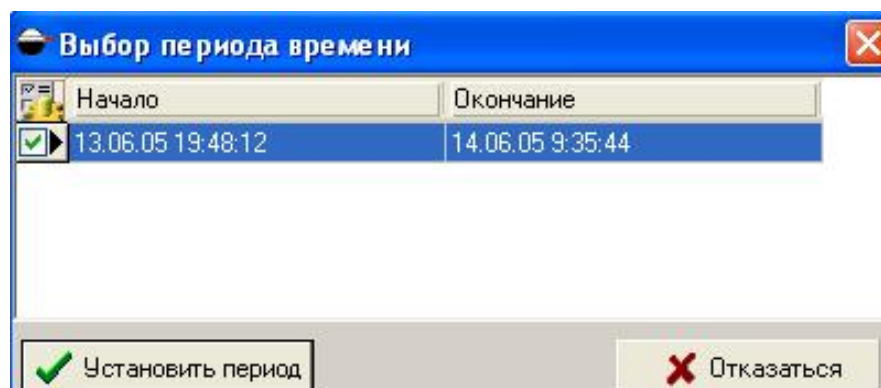


Рисунок 4.9 – Установка периода

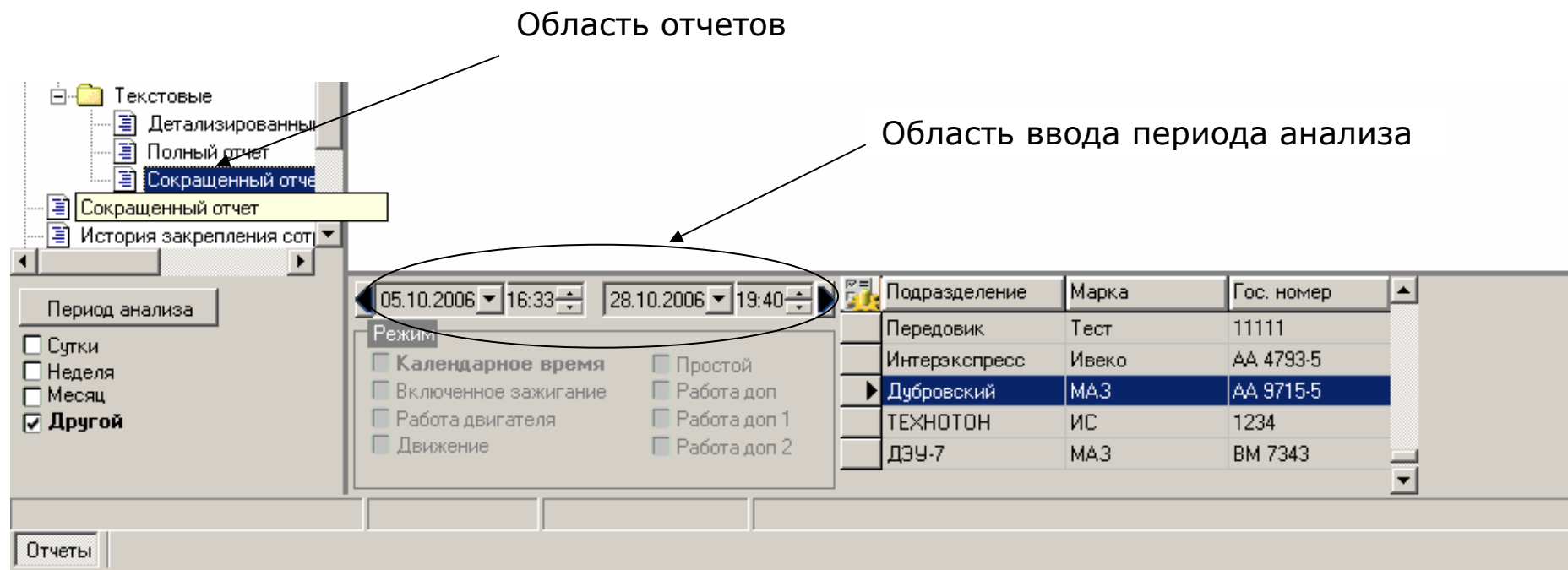


Рисунок 4.10 – Области отчетов и ввода периода анализа



11. Отметить график **«Часовой расход топлива (ДРТ)»** (рисунок 4.11). После этого необходимо нажать кнопку **«Обновить»** в главном меню (рисунок 4.12).

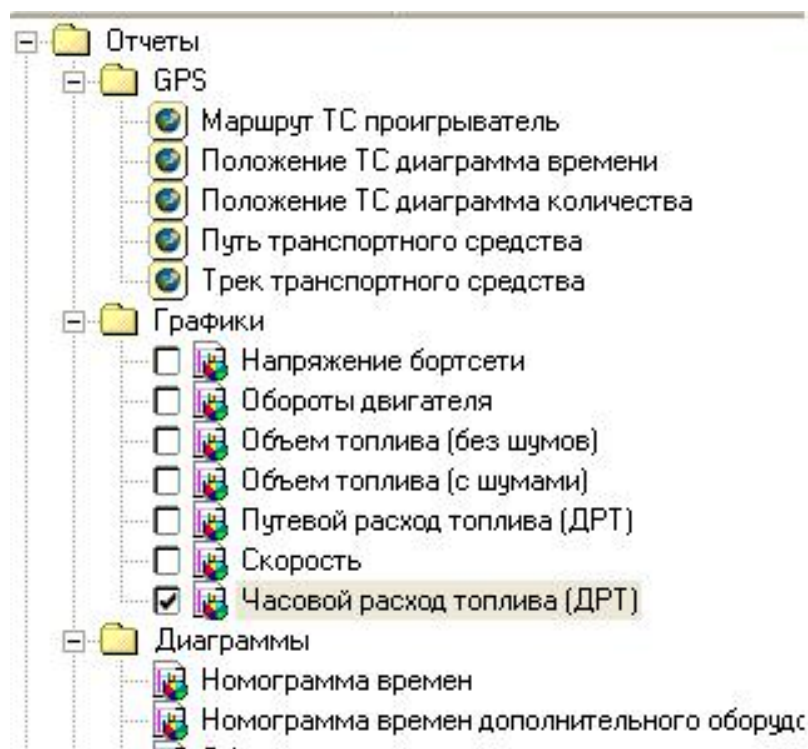


Рисунок 4.11 – Выбор графика для отображения

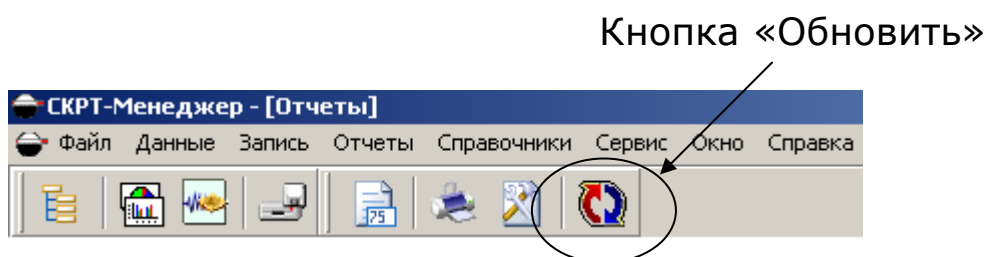


Рисунок 4.12 – Кнопка «Обновить»

На экране появится окно с сообщением (рисунок 4.13). Через некоторое время появится и график часового расхода топлива через ДРТ (рисунок 4.14).

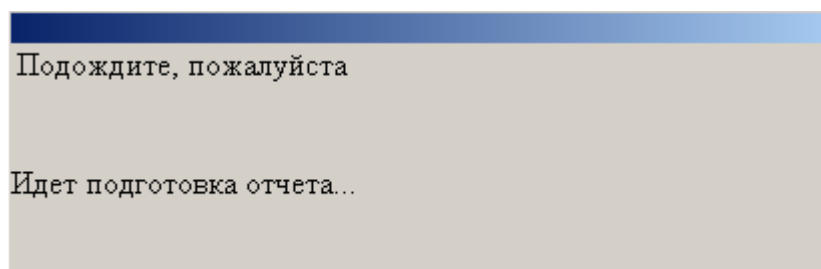


Рисунок 4.13 – Окно сообщения

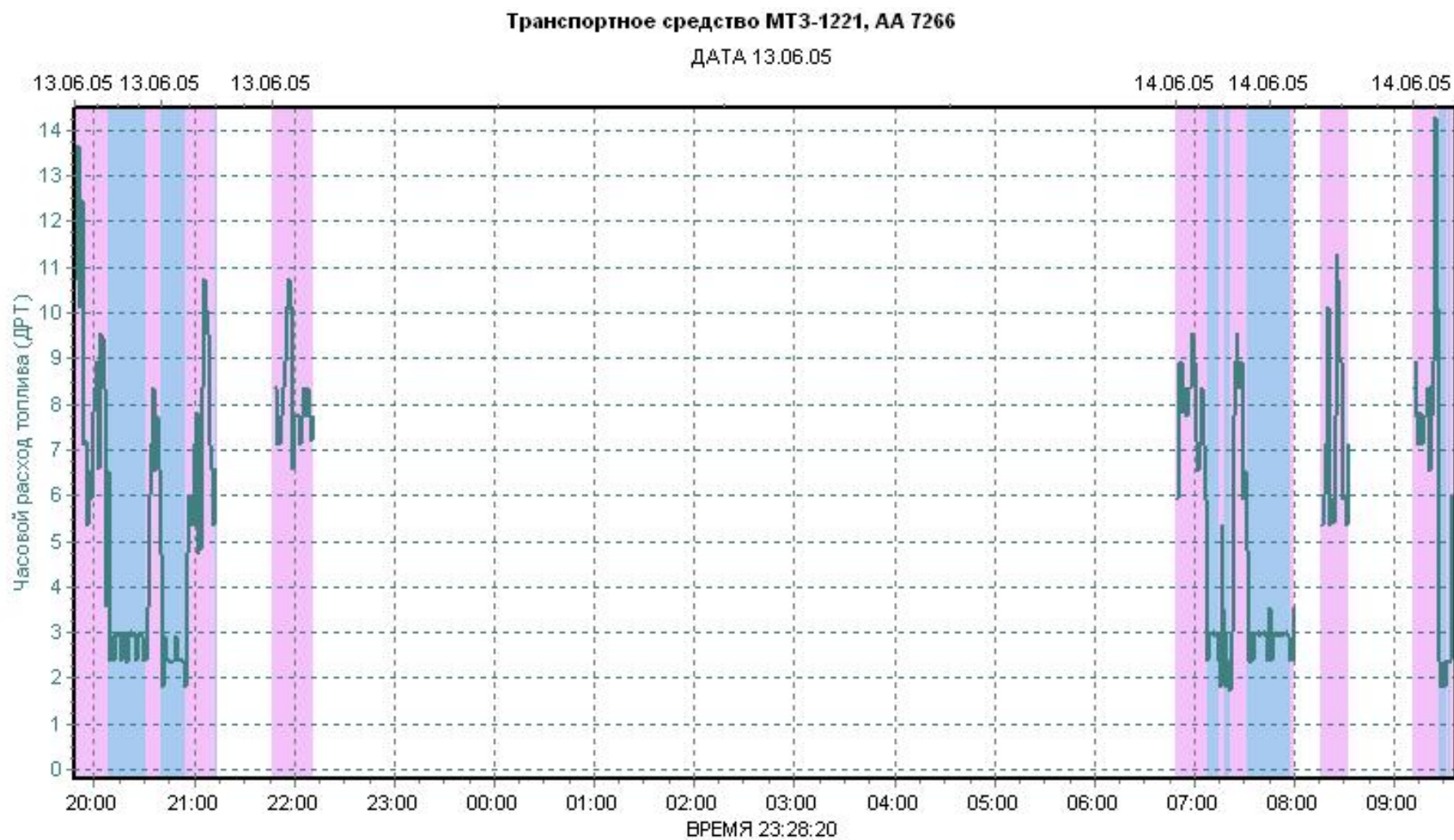


Рис. 4.14 – График часового расхода топлива

12. Выбрать в главном меню кнопку «**Масштаб**» и выделить область графика, соответствующую по времени лабораторной работе (рисунки 4.15–4.16).

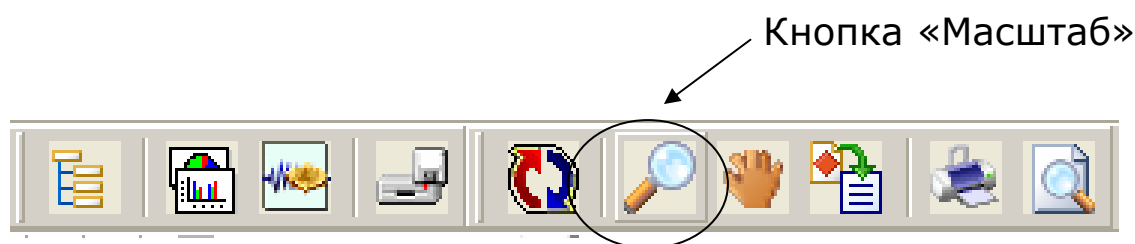


Рисунок 4.15 – Кнопка «Масштаб»

13. Отметить для отображения график «**Скорость**» (рисунок 4.17).

14. Нажать кнопку «**Масштаб**» и выделить область, соответствующую опыту № 1 (рисунок 4.18).

15. Среди текстовых отчетов выбрать «**Сокращенный отчет**» и нажать кнопку «**Обновить**». На экране появится текстовый отчет за период, соответствующий опыту № 1 (рисунок 4.19).

16. Записать в отчет величины.

17. Расход топлива трактора МТЗ-82 определить на III, IV и V передачах при рабочем ходе  $G_{тр}$ , повороте  $G_{тп}$  и на остановке  $C_{то}$  на опытном участке испытаний.

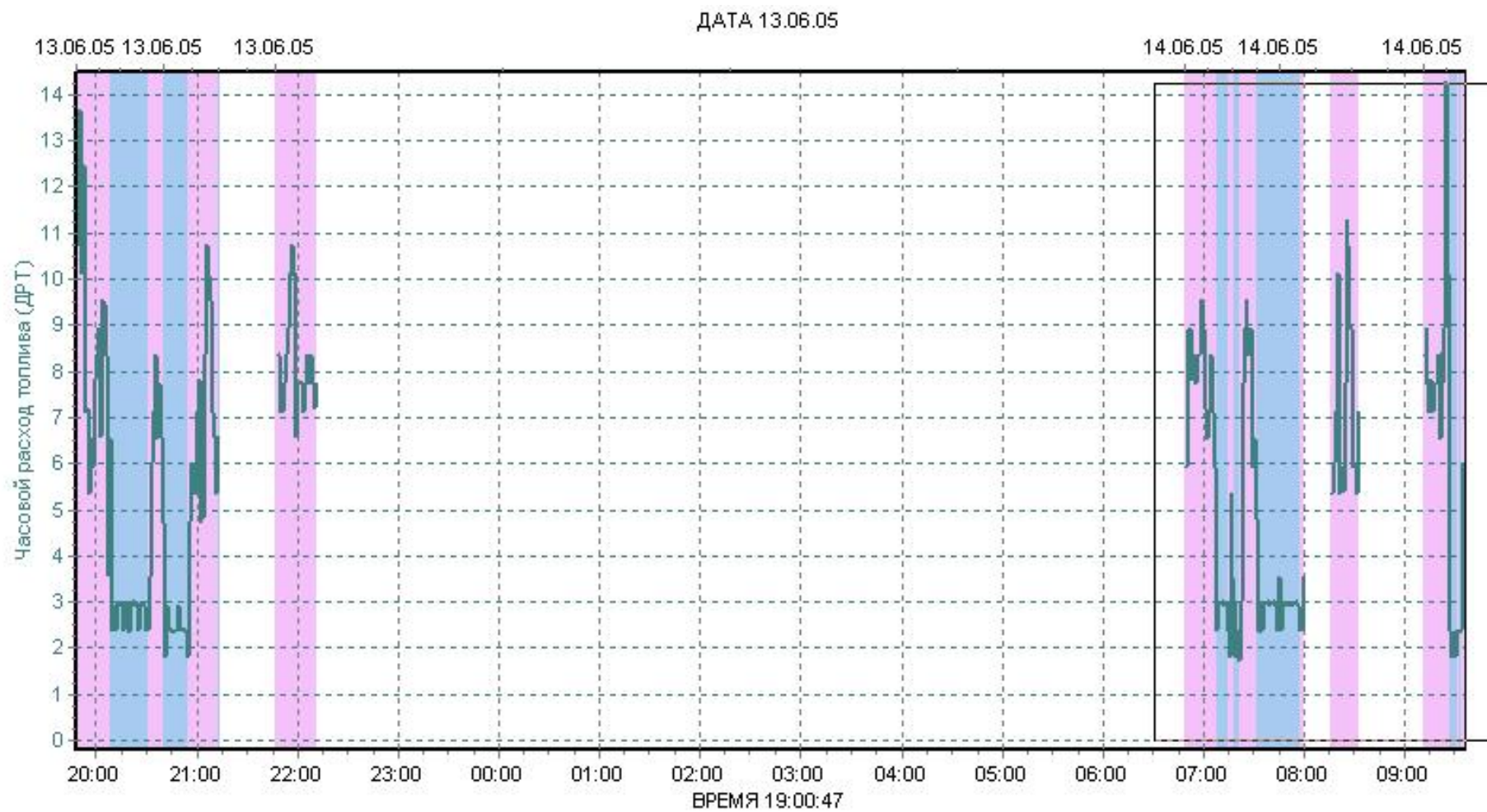


Рисунок 4.16 – Результаты опыта



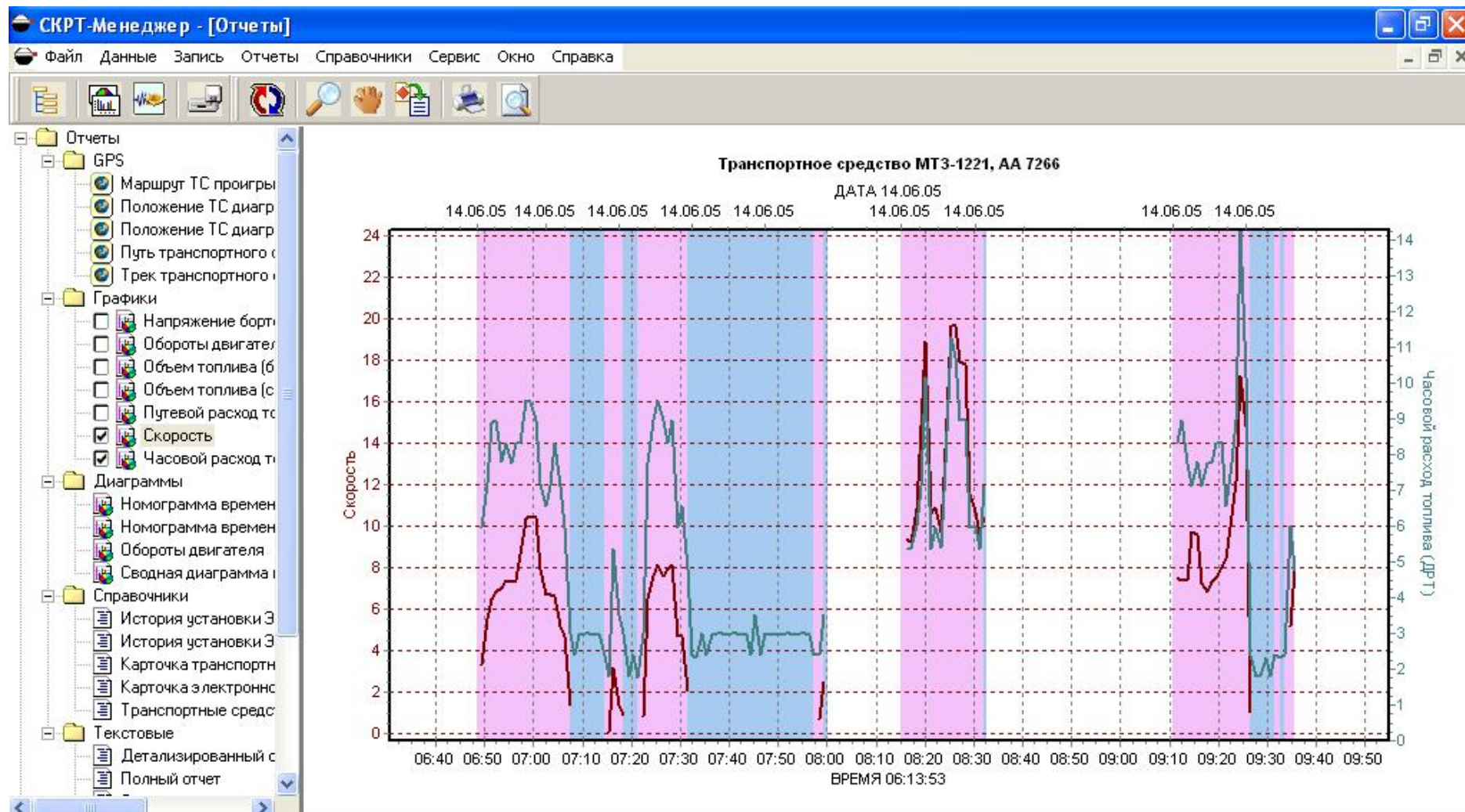


Рисунок 4.17 – Графики скорости и часового расхода топлива

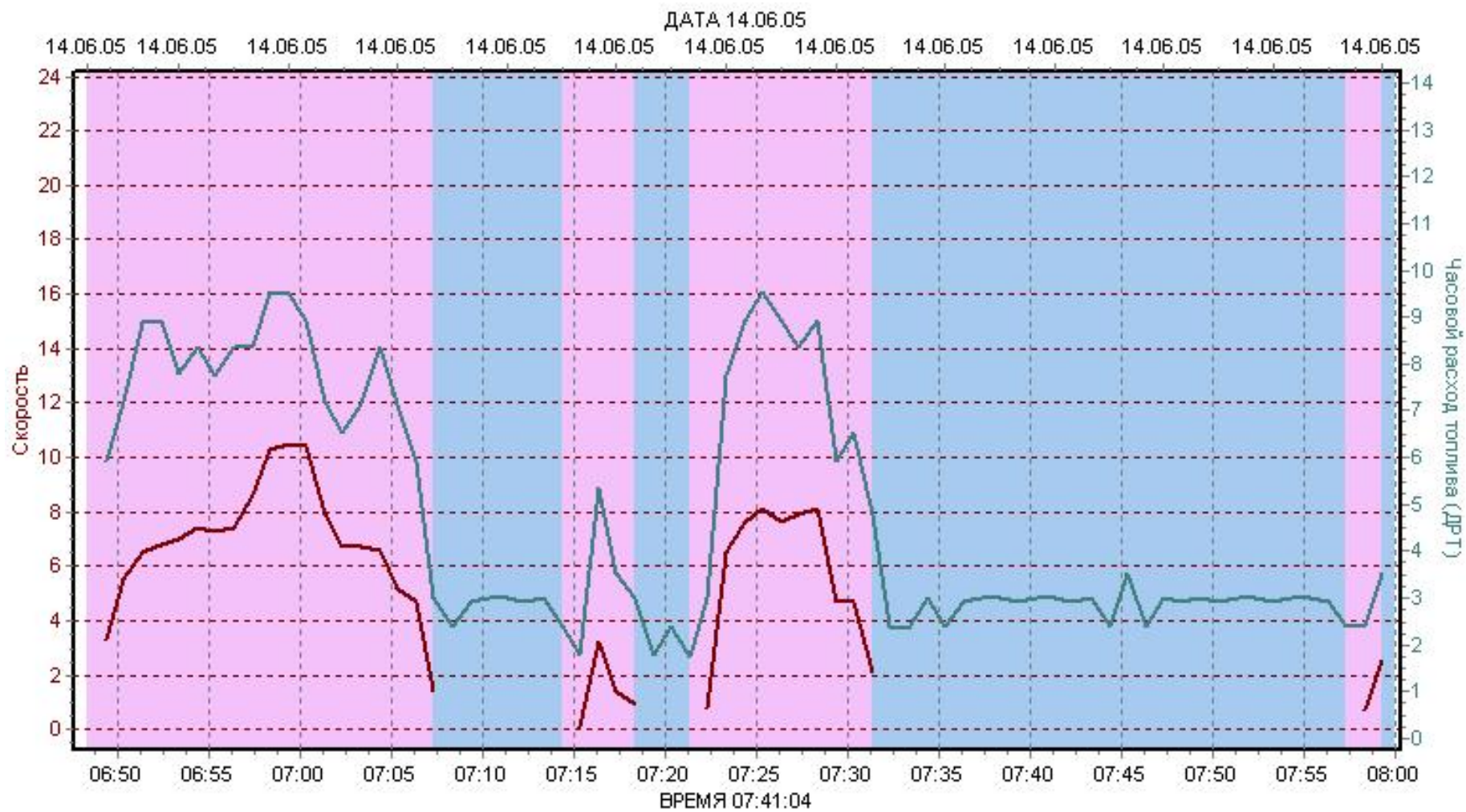


Рисунок 4.18 – Результаты опыта

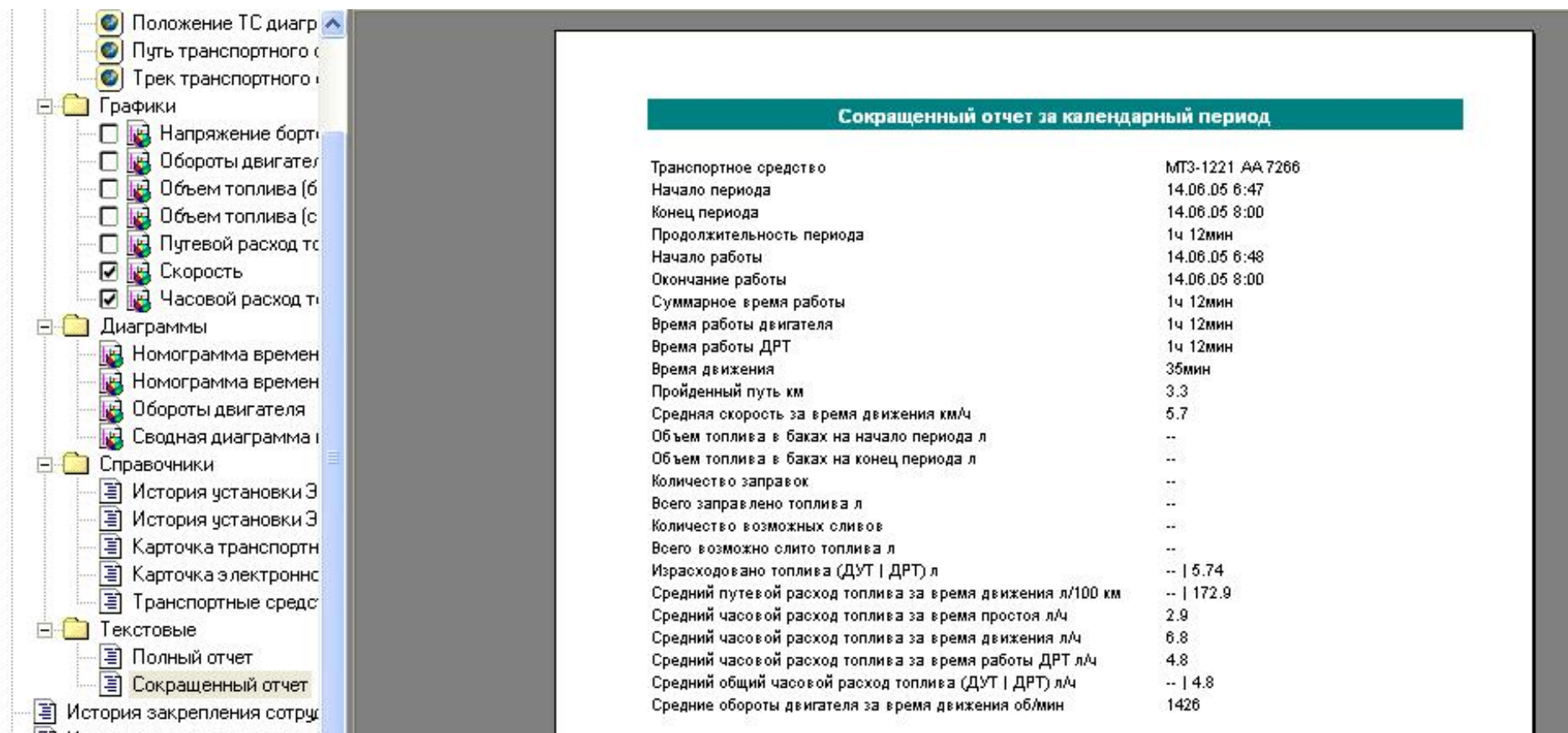


Рисунок 4.19 – Текстовый отчет за период опыта

Зная часовой расход топлива при различных режимах, можно определить текущие значения мощности двигателя  $N_{ep}$  на основании подобия треугольников (рисунок 4.20):

$$\frac{G_{тн} - G_{хд}}{N_{ен}} = \frac{G_{тр} - G_{хд}}{N_{ер}},$$

где  $G_{тн}, G_{хд}$  – часовой расход топлива соответственно при номинальной мощности (номинальная частота вращения двигателя  $n_n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ) и на холостых оборотах двигателя;

$N_{ен}, N_{ер}$  – значение мощности при  $n = n_n$  (полная нагрузка) и в процессе работы ( $n = n_p$ ).

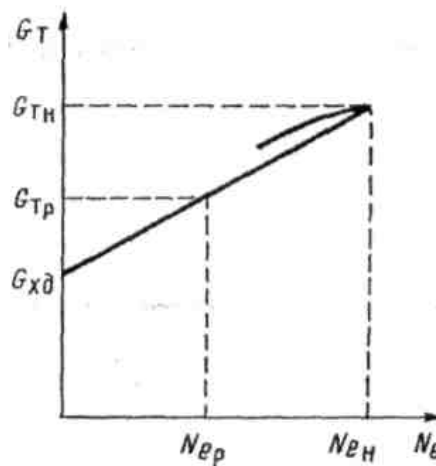


Рисунок 4.20 – Зависимость часового расхода топлива от загрузки двигателя

Откуда  $N_{ер} = N_{ен} ((G_{тр} - G_{хд}) / (G_{тн} - G_{хд}))$ .

Тогда степень загрузки двигателя будет

$$\eta_d = N_{ер} / N_{ен} = (G_{тр} - G_{хд}) / (G_{тн} - G_{хд})$$

По результатам испытаний определить общий расход топлива за время опыта  $t_{оп}$ .

18. Проконтролировать маршрут движения трактора. Для этого выбрать период записи, соответствующий лабораторной работе, слева в меню «Отчеты» выбрать отчет «Путь транспортного средства» и нажать клавишу «Обновить». На дисплее на карте местности отобразится путь трактора (рисунок 4.21).



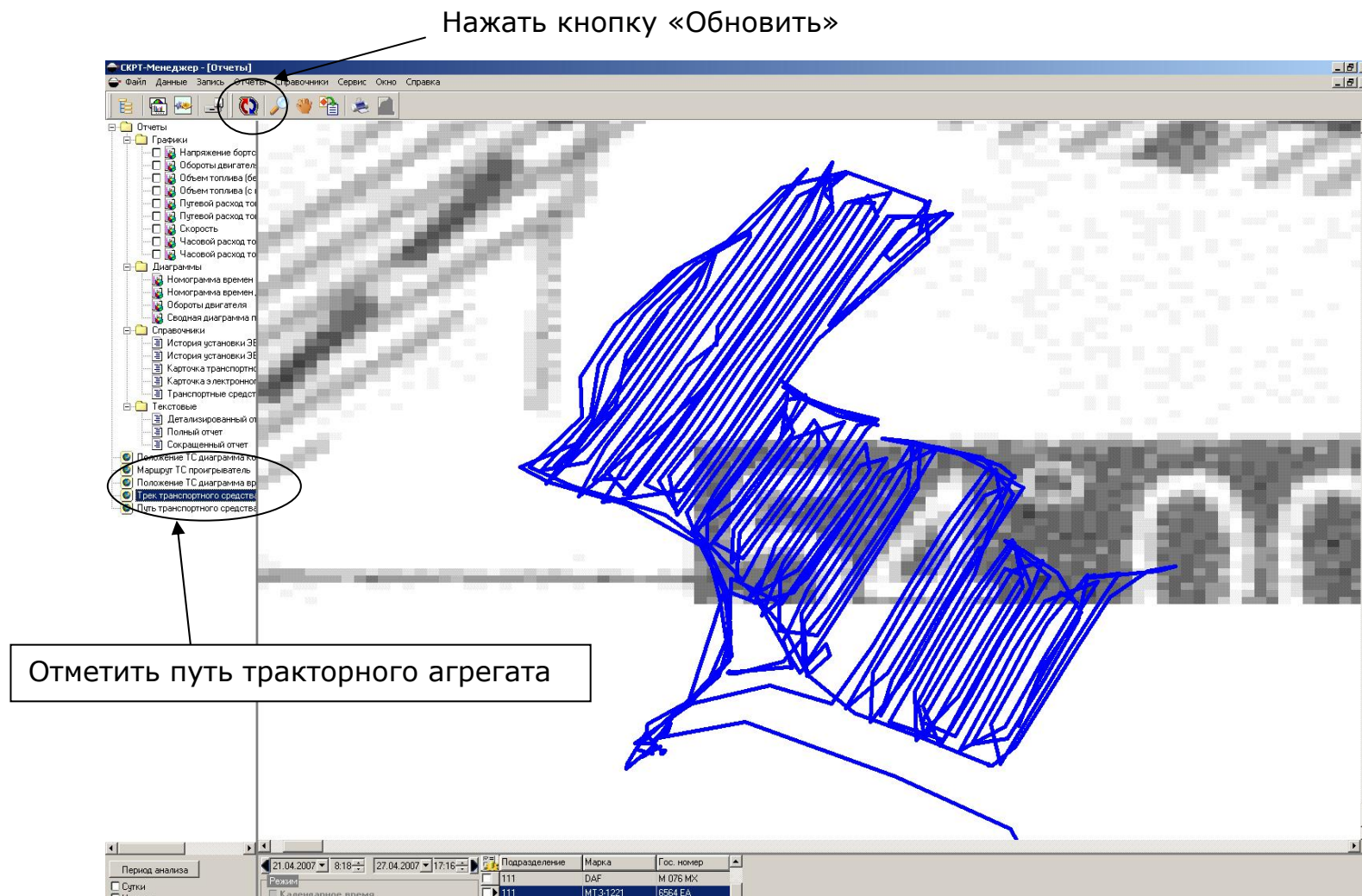


Рисунок 4.21 – Отображение пути трактора

#### **4.5 Оценка качества работы**

Оценку произвести исходя из агротехнических требований к вспашке [5]. Оценить визуально слитность, крошение пласта, гребнистость вспаханной поверхности поля.

Глубина пахоты должна быть на всем поле равномерной. Отклонение от заданной глубины пахоты по каждому опыту не должно превышать  $\pm 1$  см.

Поверхность пашни должна быть ровной, не иметь глубоких развальных борозд и высоких отвальных гребней, оборот пласта полный.

Все корпуса плуга должны образовывать борозды, одинаковые по высоте и ширине пласта, огрехи и пропуски не допускаются. Поворотные полосы должны быть вспаханы.

## 5 ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Работа выполняется в течение 12 часов, из них 8 часов в лабораторных условиях и 4 часа – в поле.

### Отчет по работе

**1. Проверка состояния и регулировка узлов топливной системы дизельного двигателя при техническом обслуживании».**

Трактор\_\_\_\_\_.

Год выпуска\_\_\_\_\_.

Двигатель\_\_\_\_\_.

Отработано моточасов\_\_\_\_\_.

Насос\_\_\_\_\_.

Таблица 5.1. – Результаты диагностирования

№ п/п	Параметры	Един. измер.	Значения	
			по результатам проверки	по техническим условиям
1	Состояние узлов топливной аппаратуры (по наружному осмотру, прослушиванием)			
2	Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу			
3	Номинальная частота вращения коленчатого вала при $n_n$	мин <sup>-1</sup>		
4	Давление впрыска форсунки	МПа		
5	Качество распыла форсункой			
6	Герметичность иглы и корпуса распылителя форсунки	МПа		
7	Давление, развиваемое подкачивающим насосом	МПа		
8	Давление топлива за фильтром тонкой очистки	МПа		
9	Давление, развиваемое плунжерной парой топливного насоса	МПа		
10	Плотность прилегания нагнетательного клапана к седлу	МПа		

Сделать заключение по результатам проверки.

## 2. Определение топливной экономичности дизельных двигателей:

1) Д-240.

Трактор \_\_\_\_\_.

Год выпуска \_\_\_\_\_.

Двигатель \_\_\_\_\_.

Отработано моточасов \_\_\_\_\_.

Таблица 5.2

$n_{\text{дв}}, \text{мин}^{-1}$	2400	2200	1800	1400
$G_T, \text{л/ч}$				
Общий расход топлива, л				

Построить график (рисунок 5.1);

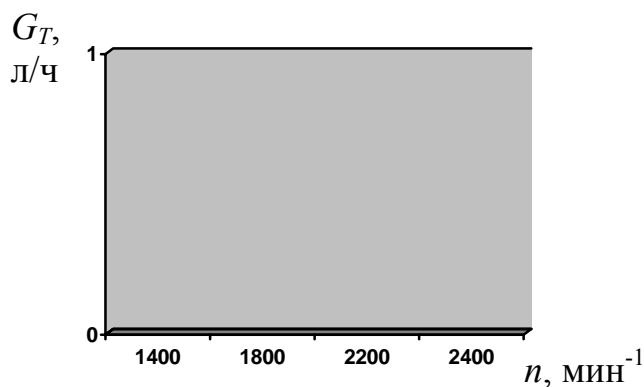


Рисунок 5.1

2) двигателя Д-260 трактора Беларусь 2522.

Трактор \_\_\_\_\_.

Год выпуска \_\_\_\_\_.

Двигатель \_\_\_\_\_.

Отработано моточасов \_\_\_\_\_.

Таблица 5.2

$n_{\text{дв}}, \text{мин}^{-1}$	2260	2100	1500	800
$G_T, \text{л/ч}$				
Общий расход топлива, л				
<i>Примечание: определение расхода топлива при нагрузке равной нулю.</i>				

Построить график (рисунок 5.2).

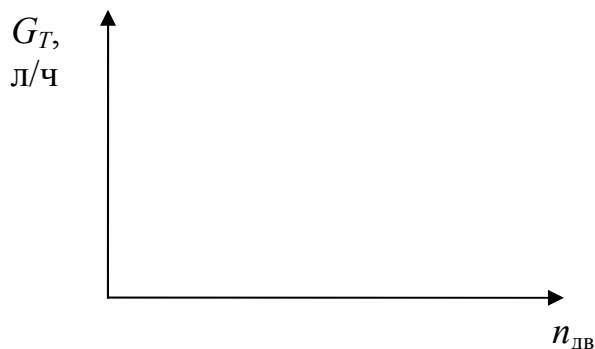


Рисунок 5.2

Сделать заключение по результатам испытаний двигателей.

### 3. Испытания пахотного агрегата:

- 1) Дата проведения испытаний \_\_\_\_\_;
- 2) Место проведения испытаний \_\_\_\_\_;
- 3) Характеристика участка испытаний:  
 длина гона \_\_\_\_\_;  
 тип почвы \_\_\_\_\_;  
 рельеф местности \_\_\_\_\_;
- 4) Марка трактора \_\_\_\_\_;
- 5) Марка с.-х. машин \_\_\_\_\_;
- 6) Передача трактора \_\_\_\_\_;

Таблица 5.4 – Протокол замера ширины захвата и глубины вспашки плуга

№ переда- чи	№ колышков п/п	Расстояние от колышка до стенки борозды				Ширина захвата, м	Глубина вспаш- ки, м
		начальное	конечное после проходов				
			1	3	5		
III	1					$b_1$	$a_1$
	2					$b_2$	$a_2$
	3					$b_3$	$a_3$
	4					$b_4$	$a_4$
	5					$b_5$	$a_5$
средняя глубина и ширина						$b_{cp}$	$a_{cp}$
IV	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
средняя глубина и ширина						$b_{cp}$	$a_{cp}$
V	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
средняя глубина и ширина						$b_{cp}$	$a_{cp}$

Таблица 5.5 – Результаты СКРТ

№ опыта	Путь, м	Время опыта, с	Скорость движения, м/с	Расход топлива, л/ч	Примечание

Таблица 5.6 – Протокол испытаний тракторного пахотного агрегата

№ опытов (гонов)	Ширина захвата плуга, м	Глубина пахоты, м	Часовой расход топлива, л/ч	Степень загрузки двигателя	Производительность, га/ч	Расход топлива, л/га
Итого:						

График изменения  $W_p$ ,  $\Theta$  от  $v_p$

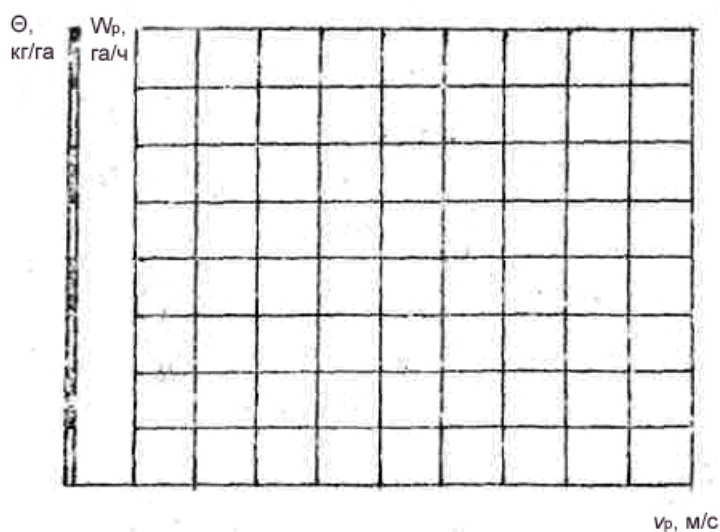


Рисунок 5.3

Сделать выводы по работе.

Работу выполнили студенты: 1. \_\_\_\_\_ 4. \_\_\_\_\_  
 2. \_\_\_\_\_ 5. \_\_\_\_\_  
 3. \_\_\_\_\_ 6. \_\_\_\_\_

Работу принял преподаватель \_\_\_\_\_.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назначение и область применения СКРТ.
2. Составные части СКРТ.
3. Какие мгновенные и накопительные величины определяет СКРТ (параметры и счетчики)?
4. К каким штатным датчикам подключается СКРТ?
5. Какие преимущества и недостатки подключения ДРТ на разрежение и давление?
6. Способы считывания накопленных данных.
7. Признаки слива топлива из топливного бака по показаниям СКРТ.
8. Признаки слива топлива после ДРТ по показаниям СКРТ.
9. Признаки накручивания спидометра по показаниям СКРТ.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Трактор «Беларус-2522» : Руководство по эксплуатации / РУП «Минский тракторный завод». — Минск, 2004.
2. Трактор «Беларус-1521» : Руководство по эксплуатации / РУП «Минский тракторный завод». — Минск, 2004.
3. Трактор «Беларус-1221» и его модификации : Руководство по эксплуатации / РУП «Минский тракторный завод». — Минск, 2004.
4. Инструкция по установке СКРТ. — Минск, 2007.
5. Руководство Менеджера СКРТ. — Минск, 2007.

Учебное издание

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ  
РАСХОДА ТОПЛИВА (СКРТ)**

*Учебно-методическое пособие  
к лабораторным работам по дисциплинам  
«Техническое обеспечение процессов в растениеводстве»  
и «Диагностика и техническое обслуживание машин»*

Составители:

**Томкунас Юргис Иозович,  
Новиков Анатолий Васильевич,  
Кецко Владимир Николаевич,  
Полторан Валерий Владимирович,  
Мажей Андрей Андреевич**

Ответственный за выпуск *А.В. Новиков*

Редактор *Н.Ф. Крицкая*

Корректурa, компьютерная верстка *Н.Ф. Крицкая*

Подписано в печать 30.10.2007 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 5,58.  
Уч.-изд. л. 4,36. Тираж 100 экз. Заказ 593.

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный аграрный технический университет  
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006. ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.  
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99, к. 2.

